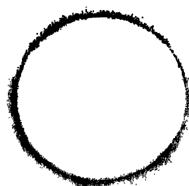
SECCIÓN ASTRONÓMICA

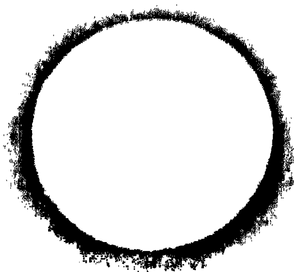
DEL

ERVATORIO DE CARTUJA (GRANADA)

ECLIPSE DE 1905.

Lám. 1.





CORONA SOLAR OBSERVADA EN CARRION DE LOS CONDES

DURANTE EL ECLIPSE TOTAL

[illegible]

ECLIPSE TOTAL DE SOL

DEL 30 DE AGOSTO DE 1905.

Observaciones

HECHAS EN CARRIÓN DE LOS CONDES (PALENCIA)

por la Sección Astronómica

DEL

OBSERVATORIO DE CARTUJA (GRANADA)

DIRIGIDO POR PADRES

DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS



GRANADA

TIP. DE LÓPEZ GUEVARA

1905

ADVERTENCIA.

Al publicar la relación de las observaciones hechas en Carrión de los Condes por la Sección Astronómica de este Observatorio en el eclipse total de sol del 30 de Agosto del presente año, no pretendemos ofrecer á los lectores ningún descubrimiento que resuelva alguno de los múltiples problemas solares que se hallan planteados. Ni el corto período que lleva de existencia nuestro Observatorio, ni los modestos aparatos de que dispusimos, ni las mismas condiciones atmosféricas en que, como la mayor parte de los astrónomos que se hallaron en España, observamos el eclipse, pueden en manera alguna favorecer pretensión tan atrevida.

Muévenos pues á dar cuenta de nuestros humildes trabajos el saber que tratándose de un fenómeno importante, rarísimo en determinado sitio de la tierra, mientras más se multipliquen y den á conocer las observaciones que de él se efectúen, por triviales y ordinarias que sean, más fácilmente se hallarán conclusiones prácticas, y sobre todo con más seguridad y certidumbre se confirmarán las ya admitidas. De aquí es que nuestro trabajo vaya dirigido en primer lugar á los hombres de ciencia que saben estimar en su debido precio cualquier género de observaciones que corroboren anteriores resultados. Mas no por eso dejarán de hallar los aficionados en nuestra relación algo que satisfaga su legítimo deseo de estudiar y prepararse á observar con modestos medios uno de los fenómenos celestes más grandiosos y más fecundos en conclusiones astrofísicas. Por eso, y porque nos enseña la experiencia cuánto instruyen las relaciones minuciosas cuando se trata de preparar observaciones que rara vez ocurren, descenderemos á algunos pormenores, quizás enojosos á los astrónomos de profesión, al describir nuestros aparatos, su instalación, y el modo como organizamos á los numerosos observadores con que pudimos contar en el pasado eclipse.

Nuestros favorecedores y amigos verán en esta relación una muestra de cordial gratitud, pues les ofrecemos lo mismo que con sus consejos y eficaz cooperación pudimos llevar á cabo: y todos podrán advertir en estas páginas el sincero deseo que nos anima de trabajar, por cuantos medios estén á nuestro alcance, en favor del verdadero progreso de la ciencia, la cual informada por la religión, no puede menos de servir *á la mayor gloria de Dios.*

JOSÉ MIER Y TERÁN, S. J.

Observatorio de Cartuja (Granada), 1 de Octubre de 1905.

INTRODUCCIÓN.

Ya desde los primeros meses del año 1904 se notaba gran movimiento en el mundo científico y se oía hablar de preparativos para el próximo eclipse de 1905. Muchos de los astrónomos que habían acudido á España para el eclipse de 1900, habían vuelto á sus respectivas patrias con intento de preparar nuevos aparatos para dar un paso más en el estudio solar á que los estaba convidando el eclipse de 1905, que prometía ser interesante, dadas las condiciones de tiempo, lugar y duración en la Península Ibérica.

Este, como todo eclipse total de sol, ofrecía al astrónomo la ocasión preciosa y oportuna, como ninguna otra, de arrancar al centro de nuestro sistema planetario los secretos más importantes acerca de su constitución física en los breves momentos en que la luna deja al descubierto las atmósferas que rodean al astro del día ocultando la fotosfera, capa única que puede observarse por los medios ordinarios. Pero el presente eclipse, además de ofrecer ocasión tan propicia para cimentar la teoría solar y relacionarla con los fenómenos electro-magnéticos y meteorológicos de nuestro planeta, inspiraba especial interés por coincidir con el período de máxima actividad solar y ser de los pocos de este siglo que podía ser observado en condiciones del todo favorables (1). El de 1912, cuya totalidad durará unos cuantos segundos, por la estrechez de la zona que ha de visi-

(1) Véase: "Bulletin de la Société Belge d'Astronomie (Janvier 1905)", págs. 1, 2, 3 y 4.

tar, hará dificultosa la exacta elección de sitio á propósito para observarle. Todas estas circunstancias despertaron grande actividad en todos los centros científicos del mundo, y numerosas comisiones de Observatorios nacionales y privados se dispusieron á trasladarse al Canadá, á España, á Argel, á Túnez y á Egipto.

El Observatorio Astronómico, Sísmico y Meteorológico de Cartuja, situado en territorio español, no podía permanecer indiferente al aproximarse el tiempo del grandioso fenómeno que con tan grandes ventajas podía ser observado dentro de la misma nación española. Desde luego se dió orden al Director de la Sección Astronómica P. José Mier y Terán, S. J., de preparar los trabajos y determinar las observaciones que podían llevarse á cabo. Contribuyó á activar este proyecto la magnífica idea del R. P. Ricardo Cirera, S. J., Director del afamado Observatorio del Ebro, situado precisamente en la zona de totalidad, de promover en los jesuítas, así españoles como extranjeros, el deseo de observar el eclipse desde nuestras mismas casas de España, de modo que cooperando cada cual con los medios y aparatos de que pudiese disponer, resultase completo el conjunto de observadores jesuítas, y pudiera hacerse algo más de lo que uno ú otro podría haber realizado. Para trazar algún plan y dar unidad al conjunto, tuvieron en el Observatorio del Ebro previas conferencias con su digno Director algunos Padres representantes de nuestros Observatorios de España junto con el P. Juan Stein, S. J., holandés y Doctor en Astronomía.

Desde entonces nos dispusimos en Granada á preparar las observaciones que con los aparatos existentes, y algunos más que se pensaba adquirir, dado nuestro escaso personal en el Observatorio, pudiéramos realizar. Con la única ecuatorial que poseía el Observatorio construída por M. Mailhat, cuyo anteojo tiene el objetivo de 32^{cm} de ab. y 5.5^{m} d. f., no podíamos contar. Un helióstato de Sílbermann era el único aparato auxiliar de que podíamos echar mano. Para hacer uso de las diversas cámaras fotográficas que construíamos en los talleres del Colegio de Cartuja aprovechando los espectroscopios del Observatorio y distintas piezas ópticas y accesorios del Gabinete de Física, se encargaron al constructor Mr. J. H. Steward, de Lon-

dres, hábil artista aunque poco conocido en España, una montura ecuatorial (1) capaz de llevar cuatro cámaras, y un celóstato con espejo de 203^{mm} (2). A la casa de Leybold's Nachfolger de Colonia se hizo el pedido de un prisma y objetivo de cuarzo y una colección de *châssis* necesarios para los aparatos fotográficos, cuatro de los cuales, los espectrográficos, habían de llevar corredera.

Teníamos ya lo más esencial en cuanto á aparatos; pero no contábamos con suficiente número de observadores. Se invitó pues al dignísimo Director del Observatorio de Kalocsa en Hungría, célebre observador de protuberancias solares, R. P. Julio Fényi, S. J., para que viniese á observar el eclipse á España, ya que él no pensaba en organizar una expedición por parte de su Observatorio. Con gusto accedió á nuestra invitación sin arredrarle el largo viaje que á su avanzada edad había de resultarle muy penoso. Por lo cual y por lo mucho que trabajó en nuestra instalación, el Director de la Sección Astronómica de Cartuja no puede menos de expresar el deber de gratitud con que le tiene obligado el R. P. Fényi. Uniósele oportunamente el R. P. Teodoro Angehrn, S. J., suizo, joven y activo, que al presente se halla en la facultad de Astronomía de la Universidad de Viena. La grande habilidad, el infatigable ardor en el trabajo, el noble desinterés con que se sacrificó el P. Angehrn por el feliz éxito de nuestra expedición, nos obliga á enviarle desde estas líneas el bien merecido tributo de nuestra profunda gratitud. Gratitud debemos, y no poca, al sabio cuanto modesto Director del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid, Sr. D. Francisco Iñiguez, por los continuos y acertados consejos con que nos ha favorecido, á pesar de sus múltiples ocupaciones, durante la construcción é instalación de nuestros aparatos, y aun en la misma elección de ellos.

El acierto al escoger sitio donde efectuar nuestras observaciones era importante. Nos inclinamos desde luego al Novicia-

(1) Servirá ahora como ecuatorial fotográfica del Observatorio dispuesta en su correspondiente torrecilla con cúpula giratoria de metal, construída en Granada por el inteligente mecánico D. Manuel L. de Guevara.

(2) Este celóstato se empleará en la instalación espectroscópica que al presente se está haciendo.

do y Seminario Menor que la Compañía de Jesús tiene establecido en la ciudad de Carrión de los Condes, Prov. de Palencia. Además de constarnos de la bondad del cielo de Carrión durante el verano, y de hallarse bastante cerca de la línea central de la zona de totalidad, la cual debía durar allí $3^m 36^s$, (1) veíamos con gusto el que sería poco frecuentado tal paraje, y sobre manera nos atraía el numeroso concurso de estudiantes y hermanos jesuítas que ayudarían muchísimo, como en efecto ayudaron, á organizar una nutrida y bien disciplinada comisión de observadores. Gracias pues sean dadas ante todo al digno Rector del Colegio de Carrión R. P. Maurilio Cid, S. J., por la caritativa y amable hospitalidad con que nos obsequió y por las facilidades y medios que quiso dispensarnos, sin los cuales no hubiéramos realizado nuestro plan. Gracias también damos al R. P. C. Briones, S. J., Profesor del Seminario de Salamanca, al R. P. D. Sola, S. J., del Seminario de Comillas, al P. J. Zabala, S. J., del Colegio de la Guardia, y á todos los PP. y HH. del Colegio con cuyo eficaz auxilio emprendimos los penosos trabajos de instalación y preparación para las observaciones del eclipse. Quiera el Señor pagarles, como se lo pedimos, los desinteresados servicios que prestaron al Observatorio de Cartuja.

---

(1) Según la preciosa *Memoria* publicada por el Observatorio de Madrid; según cálculos recientes del P. Stein, debía ser de $3^m 42^s$

PARTE PRIMERA

OBSERVACIONES.

CAPÍTULO I.

Rápida ojeada á los últimos eclipses.—Nuestro Programa.

Para trazar un plan de observaciones que, siendo práctico y factible, no careciese de interés y resultase fructuoso, había que dirigir una mirada retrospectiva á los eclipses anteriores y estudiar bien el estado de la cuestión que se había de plantear. En dos cosas teníamos que fijar la atención: 1.ª qué era lo que se había hecho y con qué resultado, 2.ª con los medios de que podíamos disponer cuáles observaciones eran dignas de emprenderse.

El espectroscopio, poderoso auxiliar de la Astronomía moderna, y bien manejado el aparato astrofísico más exacto sobre todo si le acompaña la cámara fotográfica, suministra el medio de observación por excelencia en un eclipse total de sol. Nuestro primer cuidado fué pues estudiar la parte espectroscópica en las relaciones de los eclipses pasados.

Sabido es que se observan tres espectros en la corona: continuo el primero debido á la incandescencia de partículas sólidas flotantes, discontinuo y de rayas brillantes el segundo en virtud de los gases luminosos que en expansiones radiales y mezclados con las partículas sólidas se extienden á larga distancia, y el tercero de rayas oscuras que proviene sin duda de

reflejar la corona la luz ordinaria de la fotosfera. En qué región ó regiones es más intenso el espectro continuo y á qué altura llegan esos polvillos incandescentes. Cuáles son en definitiva las rayas coronales que forman el segundo. He aquí otras tantas cuestiones aún inciertas. La notable raya verde descubierta en 1869 por Young, Harkness y Lockyer separadamente, y confundida durante largo tiempo con la 1474 K del hierro, siempre ha dado mucho qué decir y qué estudiar. Y aunque hombres tan eminentes como los citados y Janssen, Respighi, Tacchini, Riccò, Deslandres, Fowler, Shackleton, Campbell y otros muchos siempre han tratado de fijarla midiendo su longitud de onda, tan fugaces son los momentos de la totalidad y con tantas dificultades se ha tropezado en todos tiempos, que no han llegado á convenir en la medida. Pues si bien es cierto que en 1898 Mr. Campbell y Sir Norman Lockyer en la India lograron hallar por medio de la fotografía resultados muy semejantes, y señalaron á la raya verde la longitud de onda λ 5.303,3, en 1900 el ilustre espectroscopista español Sr. Fernández Ascarza del Observatorio de Madrid, por observación directa y con medidas concienzudas verificadas por él en Plasencia como miembro de la comisión oficial presidida por el Sr. Iñiguez, dedujo un valor cuatro diezmillonésimas de milímetro menor que el designado por Lockyer y Campbell, á saber: λ 5.298,7 (1). Por otra parte, en este mismo eclipse ni Tacchini, Riccò, Newall, Dyson, ni otros célebres observadores la hallaron en sus placas, ni la lograron ver, por lo menos con claridad, Young, Deslandres, Pluvinel y muchos más que se habían preparado á observarla. El Sr. Comas Solá, gloria astronómica de España, la encontró en las placas que obtuvo en Elche, pero con impresión bastante débil (2). Tampoco parecen haber sido más afortunados los que intentaron determinar esta longitud de onda en el eclipse de 1901. El astrónomo japonés K. Sotome á duras penas logró disponer su micrómetro en

(1) Eclipse total de Sol de 1900.—Nota sobre la longitud de onda de la raya verde....... por D. Victoriano Fernández Ascarza.

(2) Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.—Observaciones del Eclipse Total de Sol de 28 de Mayo de 1900, por el académico Sr. D. José Comas Solá.

el momento de la totalidad y hacer medidas con que dedujo el siguiente valor que tampoco concuerda con los anteriores: λ 5.304,3 y según dice con error posible de $\pm$ 1,7. (1)

Con estas noticias, bastante incompletas, esperando que la famosa radiación apareciese clara en este eclipse por corresponder al período de gran actividad solar, y juzgando además que sería aventurado el intentar la observación directa solamente, por la oscuridad que reinaría en el eclipse cuya fase total era de larga duración, pensamos prepararnos en primer término á obtener en placas ortocromáticas sensibles al verde, fotografías del espectro coronal.

Otra de las observaciones espectroscópicas de la corona que nos atrajo á los principios por el grande interés que ha despertado estos últimos años y por las animadas discusiones á que ha dado margen, fué el estudio de la rotación coronal. Pero como M. Deslandres en 1893 (2) empleando el método de Doppler-Fizeau con las rayas H y K (que por cierto no parece sean coronales) obtuvo resultados diferentes de los de Mr. Campbell en 1898, y enteramente contrarios á los de M. Bélopolsky en 1896, y el mismo Deslandres en 1901, con un lujo extraordinario de precauciones y espectógrafos especiales no halló rastro de rotación por la falta de líneas coronales, desistimos de tan delicada observación muy superior á nuestras fuerzas, mayormente al conocer, por una carta que se sirvió dirigirnos, Mr. W. W. Campbell, la imposibilidad de tener feliz éxito con los medios de que hasta el presente se puede disponer. Pues intentar por otra parte observaciones bolométricas del espectro infra-rojo de la corona, que exigen costosos prismas de sal gema, fluorina ó silvina, viendo sobre todo los resultados contradictorios á que llegaron en el eclipse de 1900 Deslandres en Argamasilla (3) y Abbot en la expedición dirigida

(1) Report on the Total Eclipse of the Sun, observed at Padang, Sumatra, on May 18, 1901..... (Annales de l'Observ. Astr. de Tokyo).

(2) Observations de l' Éclipse Totale du Soleil.... 1893. Rapport de la Mission envoyée au Sénégal.... por M. H. Deslandres.

(3) Citado por M. Bigourdan en su instructivo y magnífico opúsculo: "Les Éclipses de Soleil.—Instructions Sommaires sur les observations que l' on peut faire".... etc.

por Langley en Wadesboro (1), era poco menos que imposible.

El espectro relámpago, observado la primera vez por Young en 1870, y fotografiado por Lockyer en 1893, por Shacketon en 1896, y en 1898 y demás recientes eclipses por Evershed, Campbell, Mitchell (2) y otros muchísimos, es la clave de importantes cuestiones relativas á la teoría solar. Y si se advierte que el estrato inversor *(reversing layer,* como le llaman los ingleses), da lugar al fugaz fenómeno que aparece por unos instantes como relámpago *(flash)* al principio y al fin de la totalidad, y que sólo puede estudiarse mediante los eclipses totales, sube de todo punto el interés con que siempre se le ha observado. Con razón pues llamaron nuestra atención las palabras que el eminente Deslandres decía en su Memoria del eclipse del Senegal, al cotejarlas con las que se leen en su Relación Preliminar del eclipse penúltimo de España. Dice á propósito del programa que realizó en 1893 en el Senegal, que observaciones recientes hechas en París habían indicado un nuevo método que hacía factible el estudio del estrato inversor *fuera del tiempo de los eclipses,* y esto no solamente en el borde solar, sino aun dentro del disco mismo del sol. (3) Esto escribía en 1896. En 1901, á propósito del eclipse de 1900 por él observado en Argamasilla, escribió: "No es la corona la única parte de la atmósfera solar que fuera de los eclipses permanece invisible. *En el mismo caso se halla* la parte más baja de la cromosfera, llamada *capa inversora*". Y añade: "La capa inversora tiene un espectro diferente del de la cromosfera ordinaria y mucho más rico, *pero hasta el presente no observado aún* en tiempo ordinario con los an-

---

(1) The 1900 Solar Eclipse Expedition of the Astroph. Observ. of the Smithsonian Institution.

(2) Astrophysical Journal. (March 1902).

(3) ...."mais des observations récentes faites à l' Observatoire de Paris conduisent á une méthode nouvelle qui permet l' étude du *reversing layer* en dehors des éclipses, non plus seulement au bord solaire, mais sur le disque même du Soleil".—Observations de l' Éclipse Totale du Soleil du 16 Avril 1893.—Rapport de la Mission envoyée au Sénégal..... par M. H. Deslandres, chef de Mission.—Paris.... 1896. pág. 6.

teojos más poderosos y los mayores espectroscopios". (1) Sea lo que fuere de esta contradicción, tal vez aparente, lo cierto es que los astrónomos dan mucha importancia á la fotografía del espectro relámpago, único medio de observar este rápido fenómeno. Y con razón: pues al estudiar las placas que se han obtenido en los pasados eclipses y notar que las rayas brillantes que forman el espectro relámpago coinciden en gran parte con las oscuras de Fraünhofer, y que estas al acercarse la totalidad comienzan á invertirse para dar lugar al hermoso fenómeno, si los hay, de este espectro, fundadamente se ha creído que el estrato inferior es el que produce las rayas de absorción del espectro normal del sol y que por lo tanto bien se le puede llamar *capa inversora*. Sin embargo, si esto es así, como parece serlo, y el espectro de emisión de la capa ó estrato inversor es como el positivo, y el normal de absorción el negativo ¿cómo explicar la carencia de algunas líneas brillantes en el relámpago correspondientes á las oscuras del normal (2), aun descartadas las de origen telúrico? ¿Porqué muchas de las rayas brillantes sobre todo, aparecen con una intensidad que no deben tener á juzgar por sus correspondientes en el espectro de Fraünhofer? Lockyer, tratando de explicar esta última divergencia (3) al estudiar estas líneas reforzadas, que él llama "*enhanced lines,*" comparándolas con las que se observan en los espectros de algunas estrellas y con las que suministran los espectros del arco eléctrico y la chispa del mismo elemento, llega á concluir que el espectro del estrato inversor sería, no ya el espectro del arco de todos los elemen-

(1) "Mais la couronne n' est pas la seule partie de l' atmosphère solaire qui échappe à l' observation en dehors des éclipses. La partie la plus basse de la chromospère appelée *couche renversante* est aussi dans le même cas.... La couche renversante á un spectre différent de celui de la chromosphère ordinaire, et beaucoup plus riche, mais jusqu' à présent encore inobservé en temps ordinaire avec les lunettes les plus puissantes et les plus grands spectroscopes".—Rapport Préliminaire sur les observations de l' éclipse totale du 28 Mai 1900, á Argamasilla (Espagne).—Bulletin Astronomique T. *XVIII*. (Avril 1901) págs. 132 y 133.

(2) M. Deslandres. Rapport Préliminaire sur les observations de l' éclipse totale de 28 Mai 1900.... Bulletin Astr. T. XVIII (Avril 1901).

(3) Recent and Coming Eclipses.... Second Edition (1900).

tos que forman dicha capa, sino el de la chispa de los mismos elementos. Y entonces surge una nueva cuestión. Si el espectro del estrato inversor se asemeja al de la chispa eléctrica y el de la fotosfera al del arco, los gases que componen la base de la cromosfera deben estar á superior temperatura que los elementos que producen el espectro continuo. Mas entonces ¿cómo á superior temperatura son capaces de absorber las radiaciones de igual longitud de onda que ellos emiten? Responde Evershed, citado por el conde de la Baume Pluvinel (1), con la probable teoría de las corrientes ascendentes y descendentes en los estratos inferiores, con lo cual se concilian ambos espectros de absorción y emisión; puesto que los gases arrojados desde la fotosfera, al enfriarse dentro ya de la cromosfera darían origen á la absorción de las radiaciones fotosféricas que los atraviesan, y los nuevamente lanzados producirían el espectro semejante al de la chispa por su elevada temperatura. Esto mismo parece haber observado el mismo Deslandres con las rayas H y K que doblemente invertidas aparecen dislocadas en direcciones opuestas. (2) Pero aun suponiendo que este problema quedase resuelto, que como se ve todavía está muy lejos de pasar al dominio de las verdades científicas, quedan por resolver muchos otros acerca de la naturaleza de esta misteriosa capa que inmediatamente se asienta en la fotosfera. Apenas se halla conocida la región ultra-violada de su espectro. Evershed sólo registró en 1898 hasta λ 335, (3) y Deslandres en 1900 pudo llegar á obtener rayas cuya refrangibilidad se halla hacia λ 300. (4)

Quisimos pues contribuir con nuestras modestas observaciones á cuestión tan interesante, asignando el segundo número de nuestro programa á la fotografía del relámpago. Pero para asegurar tan aventurada observación, además de disponer un es-

(1) La Prochaine Éclipse.... Bull. de la Soc. Astr. de France. (Décembre 1904).

(2) Quizás á estas observaciones se refiriese en 1896 al asegurar que el estudio de la capa inversora se podía hacer en tiempo normal.

(3) M. Deslandres Rapport Préliminaire.... etc.

(4) M. Bigourdan.—Les Éclipses de Soleil.—Instructions Sommaires sur les observations que l' on peut faire...., etc.

pectrógrafo de rendija para el espectro de la corona y para el del relámpago, preparamos también dos cámaras prismáticas especialmente destinadas á registrar el fugaz fenómeno. Entraba por mucho en nuestro plan fotografiar también el espectro de las capas cromosféricas superiores y protuberancias; pues aunque desde el feliz descubrimiento de 1868 sea ya dable el observarlo en tiempo ordinario, y sean muy bien conocidos sus principales elementos: hidrógeno, calcio, helio y titano, todavía deja mucho que desear el completo análisis de los demás componentes y sus diversas alturas, y tiene excepcional interés el establecer la comparación de los espectros observados en tiempo normal con los de las capas que desfilan ante el oscuro borde de la luna. Para probar solamente, pues no nos lisonjeábamos de poder obtener regiones aún inexploradas de la parte ultra-violada de todos estos espectros por la poca dispersión á que podría llegar el aparato que adquiriésemos, construímos una cámara prismática especial con prisma y objetivo de cuarzo.

Desde el célebre eclipse de 1860 en que por vez primera Mr. W. de la Rue en Rivabellosa, y el P. Secchi en el Desierto de las Palmas, tuvieron la feliz idea de fotografiar la corona, hasta estos últimos años en que con aparatos verdaderamente gigantescos se ha procurado sorprender los pormenores más delicados de ese caprichoso conjunto de penachos y plumas polares, de ese finísimo encaje plateado que forma la brillante atmósfera externa que rodea al sol, siempre se han estudiado con interés cada vez mayor las distintas formas de la corona registradas en más de veinte eclipses totales. Ley bastante bien conocida, por las innumerables placas que se han obtenido en todos ellos, es la de las fases de la corona correspondientes á las cuatro principales del período undecenal á que está sujeta la actividad solar, el flujo y reflujo de manchas, fáculas y protuberancias, y los fenómenos terrestres de magnetismo y auroras boreales. La corona de 1900, profetizada y previamente delineada por Hansky (1) como propia de la fase de mínima actividad del sol, es testimonio fehaciente de esta verdad. Es pues un hecho averiguado que las ramificaciones coronales

(1) The Indian Eclipse 1898, by E. W. Maunder.

obedecen también á la misteriosa causa que produce, con períodos bien definidos, esa continua evolución solar. Nunca huelga sin embargo confirmar la ley; y por eso y por otros muchos pormenores de la corona aún no bien conocidos, en las observaciones de la fase total de un eclipse, figura entre las primeras la fotografía de la corona interior y exterior; y con tanto mayor interés se obtiene esta fotografía, cuanto que á pesar de las increíbles diligencias que se han hecho para fotografiar la corona fuera de los eclipses, nunca se ha podido lograr el éxito apetecido. (1)

Dentro de un mismo eclipse no parece haberse notado cambio alguno sensible en la forma de la corona, como lo demuestran, entre otras muchas, las fotografías que en 1893 y á intervalos de tiempo distintos se obtuvieron en el Brasil y Chile comparadas con las de M. Deslandres en el Senegal (2); la registrada en 1900 en Wadesboro (Estados Unidos) por la expedición de la Smithsonian Institution (3) comparada también con la bellísima corona exterior obtenida unas dos horas después en Plasencia por la comisión del Observatorio de Madrid (4), ó con las delicadas fotografías de M. Bigourdan que observaba en Hellín (España) (5). Sorprende la fiel semejanza que guardan entre sí estas fotografías tomadas en distintos tiempos y lugares con diversos aparatos y exposiciones. Que la FORMA GENERAL, por lo menos en tiempo de mínimum, en que

(1) Con no poco asombro leímos en el «Bull. de la Société Belge d' Astronomie (Avril 1905)» pág. 101, que M. Janssen presentó en la Sesión de la Academia de Ciencias de Francia (20 de Marzo) una nota de M. Hansky que había llegado á fotografiar la corona en la cima de Mont Blanc. Como no ha llegado á nuestra noticia otro hecho semejante, esperemos á que se confirme. M. A. Nodon de Burdeos, Doctor en Ciencias, nos ha escrito en estos días que espera observar también la corona en tiempo normal con ciertas precauciones por medio de un aparato especial de su propia invención, presentado á la Academia de Ciencias de París.

(2) Observations de l' Éclipse Totale du Soleil.... 1893.

(3) The 1900 Solar Eclipse Expedition of the Astroph. Observ. of the Smithsonian Institution.

(4) Observaciones del Eclipse Total de Sol del 28 de Mayo de 1900 verificadas en Plasencia por la Comisión Oficial.

(5) Éclipse Totale du 28 Mai. Hellín (Espagne).

quizás no está sujeta á repentinas variaciones, se conserve también, dentro de ciertos límites, de un año para otro, pudimos echarlo de ver al comparar casi todas las fotografías y dibujos del eclipse de 1900 que llegaron á nuestras manos, con el magnífico dibujo de la corona tomado por el astrónomo japonés K. Hirayama, Rigakushi, del Observatorio Imperial de Tokyo, de los mismos originales fotográficos que se sacaron en Padang (Sumatra) en el eclipse de 1901. (1) Vense en efecto todavía en esta corona de 1901 las grandes expansiones ecuatoriales, pero algo menos extensas que el año anterior de mínimum en la dirección radial, y más anchas en latitud con tendencias á invadir todos los paralelos: las plumas polares todavía aparecen allí con mucha claridad y distinción formando conjunto aparte.

Y esto era lo principal que sabíamos de cierto acerca de la forma de la corona; pues lo demás son teorías más ó menos bien fundadas que exigen demostración y por lo tanto mucho estudio fotográfico y visual.

Ya que nosotros no podíamos contar con objetivos de distancia focal fabulosa, que son los que ahora se están empleando con gran éxito para la fotografía de la corona interior y protuberancias, como el de Campbell en la India de 40 pies, el de la expedición del Observatorio de Yerkes de 61 en Wadesboro, y allí mismo el de la Smithsonian Institution de 135, nos dispusimos á obtener fotografías de la corona interior con un objetivo de más de dos metros d. f., y de la exterior con otro de más de un metro. Otras tres cámaras de corta distancia focal y grande abertura servirían para los extremos coronales y para explorar los alrededores del sol.

Es interesante en efecto fotografiar las regiones que rodean al sol eclipsado no sólo para obtener los últimos filamentos de la corona exterior que se desvanecen en el oscuro fondo del cielo, y para examinar si algún cometa, invisible en tiempo ordinario por el resplandor solar, se encuentra cerca de su perihelio, como el que se sorprendió en 1882, sino muy especial-

(1) Report on the Total Eclipse of the Sun, observed at Padang, Sumatra, on May. 18, 1901..... (Annales de l' Observ. Astr. de Tokyo).

mente para la importante investigación de alguno ó algunos planetas intra-mercuriales, que se sospecha existan, pero que aún no han sido descubiertos. Porque ciertas anomalías y perturbaciones en los movimientos de Mercurio no parece tengan explicación sin las influencias de otros planetas invisibles. Y Le Verrier primero y después Faye indicaron el modo como es probable se descubran estos planetas, á saber, por exploraciones diligentes de los alrededores del sol en los momentos de la fase total de un eclipse. Y ya que es casi imposible que la vista del observador en ese corto tiempo alcance á vislumbrarlos, se ha empleado como único medio la fotografía con objetivos de campo extenso. En 1900 sin embargo, Pickering y Perrine cambiaron de sistema usando y recomendando objetivos de distancia focal relativamente grande para disminuir en lo posible el brillo del fondo iluminado por la luz coronal. La expedición de la «Smithsonian Institution» que había empleado, además de otras cámaras de este género, una de 11 pies d. f., halló en una de sus placas hasta 114 estrellas. La más débil era de 8,4 magnitud, pero no todas las de esta màgnitud quedaron registradas. En ella se encontraban además cuatro de dudoso origen; pero como afirma Langley, por no saber que otros observadores hayan obtenido estrellas de magnitud tan pequeña, no se atreve á fallar sobre al asunto (1). Todas las estrellas de 6,0 magnitud que en el eclipse de 1901 se encontraban alrededor del sol, y muchas que llegaban á la 8,9 magnitud quedaron fotografiadas en las placas de Perrine. De donde se deduce que si existen algunos planetas intra-mercuriales, por lo menos deben ser de magnitud inferior á la de 5,0, y que si hubiera muchos de 8,0, algunos de ellos hubieran quedado impresos en los negativos de 1901. Había que dar un paso más en este eclipse de 1905, y preparar cámaras fotográficas que pudieran obtener estrellas por lo menos de 9,0 á 10,0 magnitud. Y como nota muy bien M. Bigourdan (2), cuerpos celestes de tal magnitud y á tal distancia vendrían á tener unos 20 ó 30 kilómetros de diámetro, y sería preciso un millón de

(1) The 1900 Solar Eclipse Expedition... etc.
(2) Les Éclipses de Soleil... etc.

ellos para dar satisfactoria explicación de las perturbaciones de Mercurio. A registrar estrellas de tal magnitud vino preparado Perrine, y ese era también el programa del R. P. Esch, S. J., Director del Observatorio Astronómico de Valkenberg, quien trajo consigo á Burgos, donde se insialó, una cámara con objetivo de 3,50^{m} d. f.

A pesar de ser fotográficas las principales observaciones de un eclipse, no por eso se desprecian las visuales; antes bien son el complemento de las primeras. Un buen dibujo de la corona no imaginado, sino hecho con previa preparación y estudio, puede ponerse al lado de una placa fotográfica. Pues además de que las expansiones y extremos coronales no son igualmente actínicos, y apenas impresionan sino con exposiciones relativamente largas, la capa sensible fotográfica, la luz difusa de la atmósfera, abundante en radiaciones azules y violadas, según Deslandres (1), mezclándose con la luz de la corona, puede desfigurar su imagen en el plano focal, é impedir la fotografía de los más tenues y remotos filamentos. Así se explica que la vista descansada de un observador, sobre todo si ha estado con los ojos ligeramente vendados antes de la totalidad, pueda apreciar mayores expansiones coronales que la placa fotográfica. Porque por una parte las radiaciones azules y violadas de la luz difusa atmosférica que impiden, á causa de su especial actinismo, el resultado fotográfico, no estorban á la observación visual, puesto que el ojo humano es más sensible á las radiaciones del otro extremo del espectro, y por otra, las expansiones más remotas que por ser poco actínicas no impresionan la placa, son perceptibles á la vista del atento dibujante.

Estos dibujos de la corona á simple vista y con anteojo, así como el estudio, aunque rápido, de las diferentes fases del espectro solar, y á ser posible la medida por observación directa de la longitud de onda de la raya verde del *coronio,* habían de ser también objeto de nuestra atención.

Esta parte astrofísica de observaciones en un eclipse total de sol es, á no dudarlo, la más interesante; pues las determinaciones astronómicas de pura posición no suelen por lo general

(1) Rapport Préliminaire... etc.

atraer como en tiempos anteriores. No obstante, importantísima es la observación de la hora exacta á que ocurren los cuatro contactos, con el previo conocimiento de las coordenadas geográficas del lugar. La inexactitud de algunas constantes lunares y la rectificación del cálculo de las fases y tiempos del eclipse, hacen necesaria esta observación, puesto que conocido el tiempo preciso de cada contacto, con estos nuevos datos puedan rehacerse los cálculos, y corregirse así las constantes y elementos fundamentales.

Así por las razones expuestas, como para dar las señales convenientes de la totalidad á los observadores de la sección fotográfica, formaba parte de nuestro programa esta observación de los contactos hecha lo más exactamente posible. Con esto se hizo indispensable la previa determinación de las coordenadas de Carrión de los Condes.

Diversas maneras se han empleado para en algún modo medir la caída de la luz antes de la totalidad, la luminosidad del cielo durante ella, y la progresiva iluminación pasada la fase total. Nosotros pensamos en hacer este estudio fotométrico de una manera sencilla y sólo aproximada, tomando fotografías del mismo paisaje á intervalos de tiempo simétricos antes y después de la totalidad y durante ella, con iguales exposiciones.

Las franjas ó sombras ondulantes que caprichosamente serpean por el suelo y las paredes y suelen avanzar con rapidez en dirección perpendicular á la de su longitud, antes y después de la totalidad, á pesar de haber sido diligentemente observadas, no han tenido hasta el presente explicación satisfactoria. ¿Son debidas puramente á un fenómeno de difracción? ¿Las produce la propagación de la luz emitida por la tenue falce solar á través de un medio que en aquellos momentos constantemente cambia de densidad? ¿Son estas bandas sombrías causadas por corrientes anormales de viento? Lo cierto es que aunque todos convienen en que muchas veces se han presentado, no todos describen igualmente su forma, velocidad y anchura. Unas veces se dejan ver con claridad, otras más bien se adivinan, y en algunos eclipses y en sitios determinados no han aparecido.

Siguiendo al pie de la letra las instrucciones publicadas por

el Observatorio Astronómico de Madrid (1), y el programa trazado por Chester en la circular que para ello pasó el Observatorio Naval de los Estados Unidos, habíamos de observar, si acaso aparecían, estas sombras ondulantes.

El completo cuadro de observaciones meteorológicas hechas en la India en 1898, publicado por Mr. Eliot, y las interesantes deducciones que de él se desprenden, junto con los trabajos de Mr. Clayton, Bigelow y muchos otros observadores, han hecho que en estos últimos eclipses se anoten cuidadosamente las variaciones de temperatura, presión barométrica, estado higrométrico, dirección, velocidad é intensidad del viento, movimientos y forma de las nubes, y se hagan especiales observaciones actinométricas. Mientras la temperatura desciende á medida que se van sucediendo las fases, y llega á la mínima poco después de la totalidad, el estado higrométrico del ambiente sube á su máxima, y ambas cosas llegan á veces á producir sensación de frío intenso aun en tiempos del año y en lugares calurosos. Efectivamente ambos conos, el de penumbra y el de sombra, proyectados por la luna al recorrer la zona del eclipse, deben en tiempo normal disminuir los efectos de la radiación solar proporcionalmente al volumen atmosférico á través del cual se trasladan, y por lo tanto á la parte del disco solar que va ocultándose y á la duración del fenómeno. Según cálculos muy aproximados (2) y suponiendo que la caída media de la temperatura debida á la interposición de nuestro satélite en el eclipse de 1898, haya sido solamente 1° C, y que el espesor de la capa de aire enfriada haya sólo alcanzado 1 kilómetro, en los 5 millones de kilómetros cuadrados de la zona, hubo una pérdida de calor tal que se podrían con él calentar desde 1° hasta la temperatura de la ebullición *diez millones de kilómetros cúbicos de agua.*

Fácilmente se comprende que con el descenso de temperatura aumente el estado higrométrico, y aun se concibe que se levanten corrientes de aire para formar el llamado *viento del*

(1) Instrucciones para observar el Eclipse Total de sol del 30 de Agosto de 1905.

(2) Cosmos.—N.° 1075.—2 Septembre 1905.

eclipse, cuyo comienzo se ha observado unos veinte minutos después de principiar el fenómeno. Los datos de la presión barométrica registrados en diferentes eclipses no están de acuerdo, aunque sí parece haya alguna variación en ella según se deduce del estudio de Clayton en que compara el *ciclón del eclipse* con el diurno. Con estas modificaciones del estado atmosférico ocasionadas por el fenómeno celeste, tampoco es extraño que cambien las nubes de forma y de dirección en su movimiento, y se hagan sentir otros efectos de orden meteorológico. Todo lo cual, con aparatos de observación directa y registradores, debía ser estudiado, aunque ligeramente, por nuestra comisión durante el eclipse y en los días anteriores para en alguna manera comparar estos dátos.

Preciosas son las observaciones magnéticas que apenas comienzan á hacerse con todas las precauciones indispensables, y cuyos resultados durante los eclipses totales, aún no se han podido suficientemente precisar. Cierto es que existe estrecha relación entre los fenómenos solares y los magnéticos, y es fundado que al sufrir la atmósfera en su conductibilidad alguna variaciación notable, ya que es probable constituya ella misma el campo magnético, indiquen los magnetómetros esta modificación atmosférica. Ahora bien, sea porque el oxígeno del aire se haga más magnético al enfriarse, sea porque intercepte nuestro satélite las ondas herzianas que se cree emita el astro del día, con lo cual sería el aire más apto conductor de las corrientes inducidas por las telúricas en las capas superiores de la atmósfera, fácil es concebir alteración sensible en el campo originada por el eclipse; mas no aparecen tan claras las perturbaciones magnéticas debidas á la interposición de la luna, de modo que se pueda asegurar lo que el Dr. L. A. Bauer dedujo justamente como probable en 1900, observando en los Estados Unidos las variaciones en la declinación é intensidad horizontal en connexión con las variaciones en la intensidad vertical registradas en Toronto, á saber, que el eclipse causaba en la atmósfera un fenómeno comparable al que se produciría si un polo magnético fuese siguiendo á la sombra central en su trayecto por la tierra, y atrajese la extremidad norte de la aguja (1).

(1) Terrestrial Magnetism.

No lo confirman plenamente otras observaciones, ni las efectuadas concienzudamente por la Expedición Holandesa durante el eclipse de 1901 en Karang Sago, Sumatra. Concluye el Dr. W. Bemmelen que sólo puede afirmarse que en Sicilia en 1870, y en Java en 1871 se ha notado en la aguja algún movimiento contrario al que se observó en Karang Sago y Batavia en 1901 (1). Mucho menos podría decidirse algo acerca del potencial eléctrico y del estado de ionización de la atmósfera durante un eclipse total de sol. Esperemos los interesantes resultados que de este último eclipse nos prometen los magníficos aparatos del Observatorio del Ebro en Tortosa.

Finalmente todos aquellos fenómenos que suelen acompañar el grandioso espectáculo del sol eclipsado, ó próximo á eclipsarse, como la llegada del cono de sombra, los tintes y extrañas coloraciones del paisaje y de las nubes, los astros que entonces se dejan ver, las manifestaciones de los efectos producidos en los seres vivientes, como en plantas y animales, en una palabra, cualquiera mutación notable que fácilmente pudiese ser observada, quedaba incluída en la sección especial de miscelánea de observaciones que para ello habíamos preparado.

Nuestro programa pues, meditado eso sí lo mejor que se pudo, no contenía nada nuevo: todo era trivial y ordinario, ni teníamos con él más pretensiones que las de concurrir al general movimiento, por si acaso lográsemos aportar algún dato más ó confirmar algún conocimiento adquirido acerca de la cuestión solar que tanto vuelo ha tomado por medio de observaciones cuya duración, en los treinta años últimos, no llega á hora y media, sumados los minutos de totalidad de estos postreros eclipses.

El *cuadro de nuestras operaciones* era en breve el siguiente:

I. Fotografías del espectro de la corona, del estrato inversor, cromosfera y protuberancias, y ensayo en la región ultraviolada de los mismos espectros.

II. Fotografías de la corona interior y protuberancias, de la exterior y de los alrededores del sol eclipsado.

---

(1) Total Eclipse of the Sun. May 18, 1901.—Dutch Observations. No. 2. Magnetic Observations.

III. Hora de los cuatro contactos y determinación de las coordenadas geográficas de Carrión de los Condes.

IV. Medida directa, á ser posible, de la longitud de onda de la raya verde, y rápida observación de las diferentes fases del espectro en la cámara prismática *visual.* Dibujos y estudio visual de la corona.

V. Ligero estudio fotométrico del paisaje á intervalos de tiempo regulares.

VI. Sombras ondulantes.

VII. Observaciones meteorológicas antes del eclipse y durante él.

VIII. Observaciones diversas de astros, cono de sombra, matices del paisaje y de las nubes, y efectos en plantas y animales.

CAPÍTULO II.

En Carrión.—Descripción de los aparatos y trabajos preliminares.

Antes de embalar los aparatos que habían de llevarse á Carrión, para probar los nuevos y adquirir alguna destreza en su posición y manejo, se hizo en la huerta de Cartuja un ligero ensayo de instalación con los principales. Se obtuvieron algunas fotografías de la luna, estrellas y espectro solar, para de algún modo conocer aproximadamente el foco y estudiar las placas, exposiciones y reveladores. Cuidadosamente embalados hacia la mitad del mes de Julio en veinte cajas, fueron conducidos sin trasbordo, en wagón precintado, hasta la estación de Frómista (línea del Norte) en los primeros días del mes de Agosto. A las Compañías de Ferrocarriles del Norte, de Madrid á Zaragoza y á Alicante y del Sur de España, debemos favores en este particular que agradecemos sinceramente.

Procedente de Suiza había venido á Carrión unos días antes el P. Angehrn que tanto nos había de ayudar; con los aparatos llegaron el Director de la Sección Astronómica de Cartuja y el P. J. Zabala. A los pocos días se presentaban en la estación del eclipse el P. Fényi, el P. B. Ponce de León del Observatorio de Cartuja y el H. L. Hurtado, ayudante é instrumentista del mismo Observatorio. Preferimos establecer

nuestro *campo* en un patio del Colegio; pues si bien no presentaba horizonte muy despejado, lo tenía suficiente para nuestras observaciones; y aunque el tráfico de las personas y los carros que por él transitaban podría, por las consiguientes trepidaciones del suelo, causar alguna desorientación en los aparatos, en cambio se hallaban en él las principales oficinas de que tanto necesitábamos como carpintería y herrería, quedaban en gran parte resguardados los instrumentos del viento y sobre todo podían los padres astrónomos ir y venir de noche á sus habitaciones sin ocasionar grandes molestias. Sin pérdida de tiempo comenzóse á desembalar y se levantaron tres pilares de piedra maciza, restos de abandonadas columnas y chapiteles unidos con argamasa, para el altacimut con que se había de determinar la hora y las coordenadas geográficas, para el celóstato y el helióstato. Á medida que se necesitaban se iban construyendo ligeras casetas de madera forradas de impermeables, lonas y hules, para proteger los aparatos de las inclemencias del tiempo, pero de modo que fácilmente se pudiesen quitar por completo para las observaciones. Así pues, empezaron de lleno las tareas preliminares de instalación.

Antes de dar algunos pormenores de ella, no holgará presentar la lista de los aparatos con que se llevó á cabo el programa de observaciones que queda referido en el Cap. I.

Celóstato Steward con dos espejos	Cámara Prismática	0,52^m d. f.
	Cámara Prismática	1,23^m » »
	Coronógrafo	2,20^m » »

Helióstato Silbermann.—Espectrógrafo con tres prismas flint 60.°

Ecuatorial Steward	Coronógrafo	1,17^m d. f.
	I. Cámara de campo extenso.	
	II » » » »	
	III » » » »	

Montura ecuatorial de madera.—Cámara Prismática de cuarzo 0,70^m d.f.

Anteojo astronómico de contactos, altacimut para coordenadas, teodolito, espectroscopios, sextante, octante, cronómetros, cronógrafos, cámaras fotográficas ordinarias é instrumentos meteorológicos.

Fuera de dos objetivos fotográficos, el 1° Voitgländer pres-

SECCIÓN ASTRONÓMICA

DEL

Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM.



Espectrógrafo y Helióstato

tado por el Colegio de Chamartín de la Rosa, al cual quedamos agradecidos, el 2° Zeiss traído por el P. Fényi, y dos cronógrafos de bolsillo, todos los instrumentos arriba mencionados pertenecen al Observatorio de Cartuja.

En el límite oriental del improvisado Observatorio, sólidamente atornillado á una fuerte mesa, cuyos pies entraban en el suelo, hacia el norte, y en el mismo meridiano de la columna de piedra que sustentaba el helióstato Silbermann, se colocó el espectrógrafo (lám. II) que consistía en un objetivo de corta distancia focal, que proyectaba la imagen del sol de unos seis milímetros de diámetro en la rendija del colimador, provista de tornillo micrométrico para apreciar su abertura; en tres prismas flint 60° de ordinarias dimensiones que daban un espectro de cerca de 20^{cm} (desde λ 5896 hasta λ 3933 poco más ó menos); en la cámara fotográfica compuesta en su parte anterior de un doble Steinheil de 5^{cm} ab. y 35^{cm} d. f. equival., con obturador de resorte para las instantáneas, y en la posterior de una ventana longitudinal en el sentido de la dispersión, menor que el espectro proyectado. La placa de 18×24 en su correspondiente *châssis* pasaba en frente de ella por medio del sencillísimo mecanismo que describiremos al hablar de las cámaras prismáticas.

Se colocaron los prismas en la desviación mínima para la raya E con objeto de que lo estuvieran aproximadamente para la 1474 K. Enfocóse apresuradamente la víspera del eclipse con fotografías del espectro solar, y por no haberse podido reiterar la operación la mañana misma, pues el cielo casi toda ella estuvo cubierto, mucho dejó que desear este foco.

El helióstato que servía para dar luz al anterior espectrógrafo se instaló en el meridiano sin ningún teodolito, valiéndose solamente de trazos de acimut en la bien nivelada losa de mármol en que reposaba: ajustóse en altura luego que se hubo conocido la latitud con alguna aproximación, con sólo el arco del instrumento finamente graduado.

La cámara prismática menor consistía en un prisma compuesto, de visión directa, y en un objetivo Mailhat, $4{,}5^{cm}$ ab. y 52^{cm} d.f., fijas ambas piezas en una caja rectangular de madera (lám. II). En la parte posterior, y unida á la primera con un fuelle, iba otra caja de la misma base y altura: una tabla, mayor que la doble

longitud de un *châssis* de 13 × 18, forrada de paño negro y con una ventana longitudinal hecha en su parte media, según la dirección de la dispersión, cerraba esta cara posterior. El *châssis* entraba entre dos correderas provistas de guardas de paño y descansaba por su parte inferior en el filo de una tablita vertical también con paño, por cuyos bordes acanalados se deslizaba una cuerda que hacía subir y bajar esta tabla con el *châssis*. Para equilibrar este peso llevaba la cuerda en su extremidad exterior otro peso igual al del *châssis*, y que también servía de plomada para hacer que las correderas se mantuviesen verticales, y fuese por consiguiente horizontal la dirección del espectro. En la corredera de la izquierda había en fondo blanco seis señales marcadas con números fácilmente visibles aun á la hora del eclipse total, las cuales iban coincidiendo con otra señal del *châssis* al ir bajando éste impelido por el observador. Esta disposición de *châssis* de corredera, que se ideó para todos los aparatos espectrográficos, sencilla al par que económica, permitía hacer seis exposiciones en otros tantos segundos; de suerte que en dieciséis ó dieciocho segundos se podían registrar doce espectros en dos placas. Las exposiciones las hacía por el frente el mismo director de cada aparato espectrográfico con una simple tarjeta. La longitud del espectro que se proyectaba en esta primera cámara era de cerca de un decímetro, á saber desde la C hasta parte de la región ultra-violada. Para enfocar las distintas regiones, la tabla portadora de las correderas con el *châssis* podía oblicuarse con respecto al eje óptico del aparato.

La cámara prismática mayor llevaba otro objeto fotográfico Mailhat de $10{,}8^{cm}$ ab. y $1{,}23^{m}$ d.f. detrás de un prisma de flint de 60°. Desgraciadamente y por ser la cara del prisma de pequeñas dimensiones hubo que diafragmarlo hasta casi su mitad, razón por la cual quedó privado de su luminosidad en gran parte. La disposición del *châssis* y la manera de exponer quedan ya dichas. Ambas cámaras prismáticas se empezaron á enfocar con fotografías del espectro de la luz difusa, de la luna y del sol por medio de un colimador poco á propósito. Cuantas tentativas se hicieron para obtener sin colimador espectros de α *Lyrae*, de α *Boötis* y de Saturno fueron inútiles á pesar de

las prolongadas exposiciones que se dieron, por ser tan poco luminosas las partes ópticas de estos aparatos. Aparecían en efecto en las placas estos espectros muy débiles y al fijarlos se desvanecían por completo. Más adelante, y al hablar de los resultados del eclipse, *para instrucción de los aficionados*, insistiremos en este punto.

En una armazón de madera, rústica pero sólida, se atornillaron las dos cámaras con sus aberturas dirigidas al espejo mayor del celóstato, la menor según un acimut SW igual al NE del orto del sol el día del eclipse, y la mayor según el mismo acimut menos la desviación. Para esta disposición, algún tanto peligrosa, pues cualquiera irregularidad en el movimiento del celóstato podía privar á alguna de las cámaras del haz de rayos reflejado por el espejo, se buscó por tanteos la posición del eje mayor de la sección elíptica del haz á la hora de la totalidad, y así se colocó la menor delante de la mayor, separadas para no estorbar las operaciones del que manejaba los *châssis* de la primera. Esta colocación, por que no contábamos con más espejos ni relojerías y porque no lo permitió la sección elíptica del haz reflejado á esas horas, ni el tiempo que tuvimos para pensar en mejor arreglo, hizo que no se dispusieran las aristas de los prismas perpendiculares á la dirección del movimiento de la luna, como proyectábamos, según los cálculos que para el horizonte de Carrión había hecho el P. Stein.

La cámara prismática que había de servir para el ligero ensayo de la región ultra-violada de los espectros, llevaba un prisma de cuarzo de 60° con su eje paralelo el óptico, para usar el rayo ordinario y desechar el extraordinario, y un objetivo asímismo de cuarzo de 4,5^{cm} ab. y 70^{cm} d.f. La manera de funcionar con ella era la misma que con las anteriores. Montóse en sencillo pie ecuatorial de madera improvisado en la carpintería del Colegio.

En frente del espejo menor del celóstato, que se había montado en vez del teodolito, y hacia la banda oriental, se instaló el coronógrafo mayor formando un acimut SE igual al NW del ocaso del sol el mismo día. Lo formaba el objetivo Secretan de 16^{cm} ab. y 2,20^{m} d. f. que diafragmado también á 9^{cm} muy á pesar nuestro por causa del eje menor de la elipse luminosa pro-

yectada por el espejo, la cual poco después del paso del sol por el meridiano se estrechaba considerablemente, y montado en su mismo tubo de hierro, proyectaba una imagen del sol de 2cm, y de la corona un poco mayor, en el fondo de una caja que servía de cámara. Las exposiciones se hacían cerca de la placa por medio de una lámina de zinc pintada de negro, perforada lo bastante para dejar pasar el cono luminoso al tirar de ella lateralmente ó dejarla estacionaria por algunos segundos. El coronógrafo estaba sostenido horizontalmente por sólidos travesaños y pies de madera.

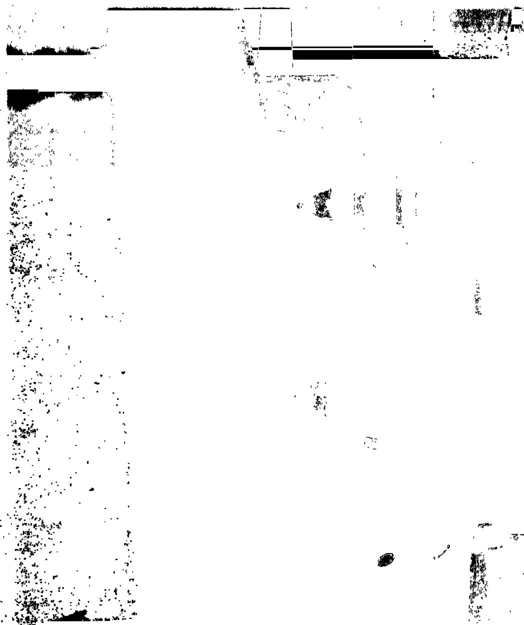
Esta disposición del sistema todo de celóstato con cámaras á uno y otro lado (lám. III), no usada anteriormente *que sepamos*, quizás por el peligro de que no quede algún aparato sin luz en los momentos críticos, hubo de hacernos trabajar diligentemente en continuas rectificaciones del movimiento de relojería y en la esmerada instalación del celóstato y sus espejos.

El celóstato Steward (lám. IV) que servía á estos tres aparatos, tiene un zócalo de hierro: un semi-círculo que puede deslizarse por una ancha ranura hecha en la maciza pieza de hierro vertical que lo sustenta, lleva el eje del espejo plano de 20,3cm de diámetro, con una inclinación con respecto al horizonte igual á la latitud del lugar. Un teodolito, mejor diremos un anteojo ecuatorial pequeño, con su círculo de declinación, sujeto á la extremidad superior de dicho eje, sirve para orientar convenientemente el aparato. La relojería comunica su movimiento al eje en que va el espejo por medio de una varilla horizontal, dos piñones, un tornillo sin fin y un sector dentado. Para mover el espejo en AR independientemente del movimiento de relojería, se usa una cuerda que frota contra una rueda acanalada, la cual hace girar á otro tornillo sin fin unido al sector. Otro sector más pequeño, también dentado y que engrana con este segundo tornillo, mueve el espejo á voluntad del observador. Tanto la relojería de este celóstato como la de la montura ecuatorial del mismo constructor, llevan en la parte superior de su caja, un tambor graduado que forma la cabeza de un tornillo y sirve para dar al aparato distintos movimientos celestes á más del diurno de la esfera.

SECCIÓN ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM. II



Disposición azimutal de las Cámaras Prismáticas

SECCION ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM. IV



[illegible]

Ajustado aproximadamente en inclinación (1) (fijando el anteojo en una declinación igual á la co-latitud y moviendo el aparato en altura hasta que el nivel que lleva este anteojo longitudinalmente marcase perfecta horizontalidad), y colocado el plano vertical del eje poco más ó menos en el meridiano, se pusieron horizontales los pernos sobre que gira el anteojo, y se observaron pasos de estrellas, moviendo los tornillos acimutales. Repitióse varias veces la operación hasta que las estrellas llegaban al hilo vertical del retículo á la hora marcada por su AR. Hecho esto, se procedió á determinar el error de índice del círculo de declinación. Para lo cual se observaba una estrella muy cercana al cenit y al meridiano en una posición, se hacía girar 180° el eje del celóstato y se observaba de nuevo; haciéndose las correspondientes lecturas en cada posición se hallaba por el método ordinario dicho error. Pongamos un ejemplo de esta operación que se hizo varias veces:

Noche 8-9 de Agosto.

α *Aquilae.*

$$D = 8^\circ\ 33'$$
$$D' = \underline{8\ \ 27}$$
$$\frac{D + D'}{2} = 8^\circ\ 30'$$
$$\frac{D - D'}{2} = +\ 3' \text{ (corrección de índice)}$$

Averiguado el error de índice, se corrigió en altura con los tornillos que hacen deslizar el semi-círculo que lleva el eje, siguiendo estrellas cercanas al meridiano y fijo el anteojo en la declinación tabular de cada estrella, corregida de índice. Para más aproximar el acimut se eligieron varios pares de estrellas que se diferenciasen poco en D y distasen á uno y á otro lado del meridiano unas tres horas en ángulo horario. Fijo el anteojo en D se movían los tornillos acimutales hasta hacer coincidir á la primera estrella con la cruz filar. La mitad del ángulo acimutal que el plano vertical del aparato necesitaba recorrer hasta lograr lo mismo con la segunda estrella, indicaba la posición

(1) Monthly Notices.—Prof. Turner..... on the use and adjustement of the Coelostat. (L VI. 8.).

meridiana. Después de repetidas observaciones, se dió por terminada la orientación del celóstato con la última corrección en acimut verificada por medio de dos observaciones de sol á uno y otro lado del meridiano, cuando en ambas posiciones tuvo el mismo ángulo horario. No es extraño que tan á pechos se tomase la recta colocación del aparato á cuya buena marcha estaba vinculado el éxito de las *tres* cámaras fotográficas principales colocadas, como queda dicho, en posición tan aventurada.

Con el altacimut Salmoiraghi (lám. IV) cuyo anteojo tiene un objetivo de $4{,}2^{cm}$ ab. y 40^{cm} d. f. y círculos delicadamente graduados y provistos de cuatro microscopios que directamente aprecian 5'', llevó á cabo el P. Fényi las observaciones de hora y coordenadas. Ya el primer día, después de instalado en el meridiano por la digresión máxima de la Polar, se obtuvieron para el cronómetro Trim n.º 85203 de tpo. sid., las siguientes correcciones:

α *Aurigae*	$+\ 37^s$
δ *Orionis*	+ 38
γ *Orionis*	+ 38
α *Orionis*	+ 39
γ *Geminis*	+ 39
α *Can. Maj* (Sirius).	+ 38,5

Repetidas las observaciones de pasos, y averiguadas las principales constantes del aparato (que por primera vez se usaba), se dedicó el P. Fényi á determinar la latitud por observaciones de α *Lyrae* en el primer vertical. Como valor sólo muy aproximado al fin se admitió para la latitud de nuestra instalación en Carrión de los Condes: . . . . 42° 19' 41'' N.

No satisfechos con la longitud hallada por medio de culminaciones lunares, cuyos valores eran discordantes, y gracias al empeño que tomó el Sr. Director del Observatorio Astronómico de Madrid en proporcionarnos comunicación telegráfica directa con dicho Observatorio (1), cinco días consecutivos an-

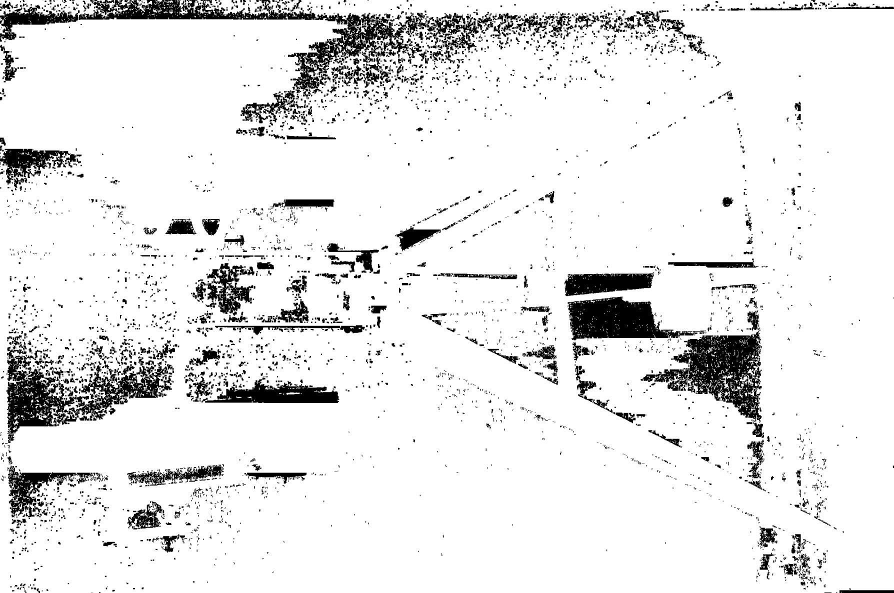
---

(1) Este favor, que mucho agradecemos, era más de estimar por la dificultad de satisfacer cumplidamente á las numerosas comisiones que lo solicitaban.

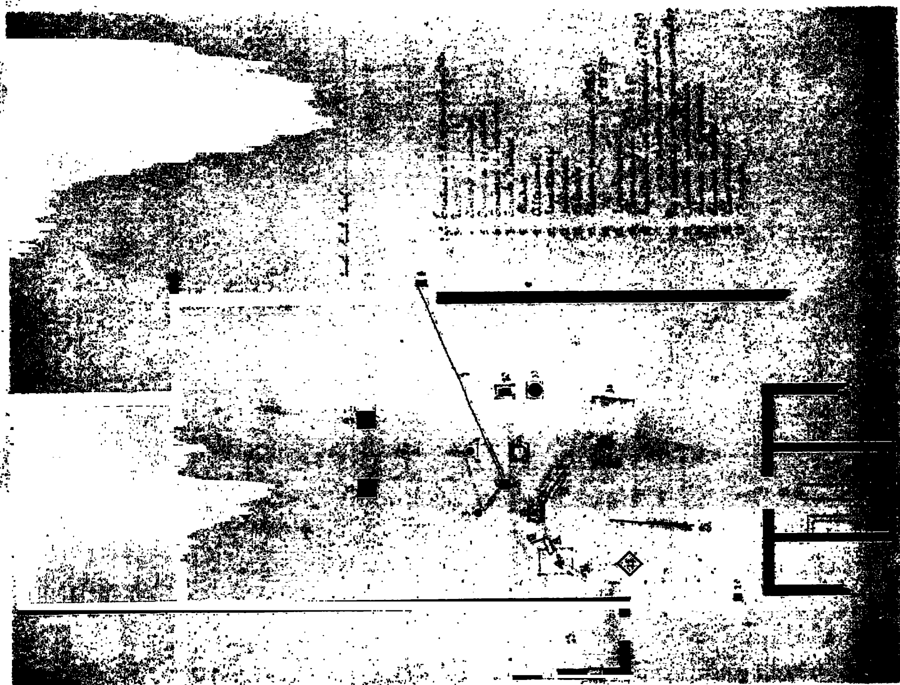
SECCION ASTRONOMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LAM. V.



Ecuatorial Steward con Coronógrafo 1.17 m.
y tres Cámaras de campo extenso



Plano de la Instalación

Las operaciones fotográficas de relevado, etc., se hacían en un cuarto oscuro que supo improvisar el P. Angehrn en un aposento abandonado que daba al mismo patio. Allí se tenían en tablas horizontales con divisiones los diversos *châssis* numerados de cada aparato en riguroso orden y con su correspondiente título, única manera de evitar confusión en las numerosas observaciones fotográficas de un eclipse.

En medio del patio y á poca distancia del anteojo de contactos se colocó una mesa llamada «*del tiempo*» donde estaba el cronógrafo traído de la sala meridiana de Cartuja, los cronómetros, etc., etc. El P. Briones se encargó de poner en comunicación eléctrica este cronógrafo y un timbre, con un péndulo de tiempo medio del Colegio de Carrión que se hallaba en una clase inmediata al patio. Así se lograba que el cronógrafo registrase segundos, y las pulsaciones del péndulo se oyesen en todo el patio por medio del timbre eléctrico convertido en «*reloj de eclipse*».

Los aparatos meteorológicos finalmente se instalaron en una caseta de paredes de mimbre que daban fácil acceso á las variaciones atmosféricas, en el ángulo SW del patio, y expuesta á las corrientes de la inmediata huerta. Eran estos instrumentos, barómetro de Fortin, barómetro registrador, aneroide, termómetro registrador, psicrómetro, termómetros de precisión, de máxima y de mínima, á la sombra y al sol. La veleta construída en la herrería de casa y colocada en la torre de la Iglesia, visible desde el *campamento*, seguía con exquisita sensibilidad las variadas direcciones del viento.

El P. Julián Zabala se hizo cargo desde el principio de la sección metereológica, y ya desde el día 16 de Agosto hasta el 30 inclusive llevó con regularidad su diario de cuatro observaciones, tomada una de ellas á la hora en que próximamente se debía verificar la totalidad del eclipse. Como pudiesen ser de interés para todos aquellos que, como nosotros, siguieron con ansiedad las variaciones meteorológicas de la segunda quincena de Agosto, las ponemos al fin del presente Capítulo (1).

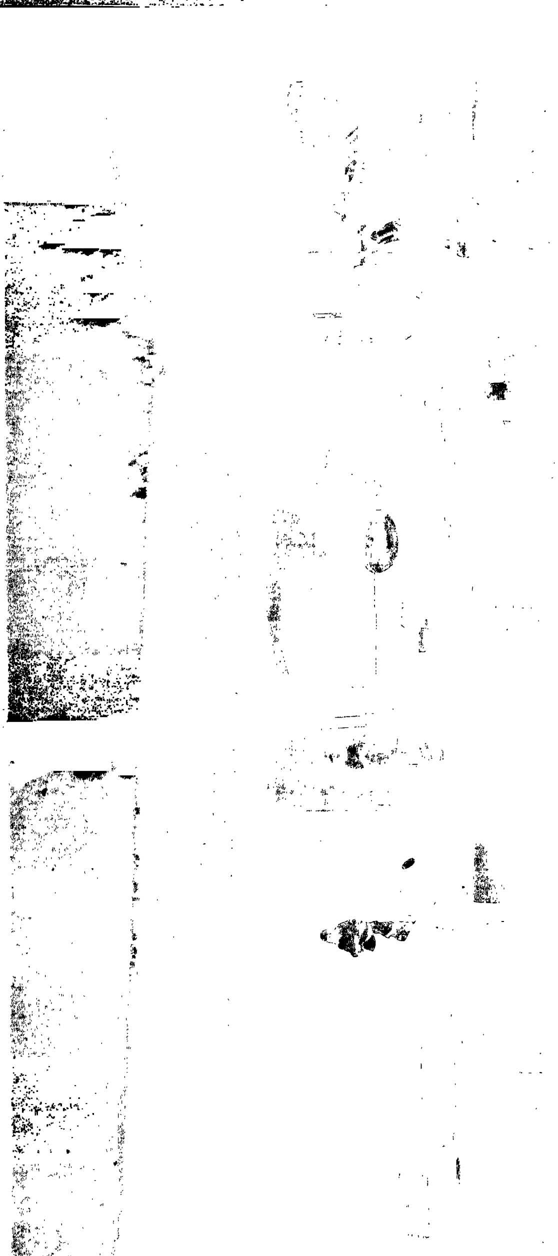
(1) La prolijidad de todo este Capítulo, *según se indicó en la advertencia* preliminar, se debe al deseo de animar á los aficionados é indicarles la manera de preparar con modestos recursos análogas observaciones.

SECCIÓN ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM.





Vista SW. de la Instalación

La lám. V lleva el plano de nuestra instalación, tal como quedó terminada la mañana misma del eclipse, levantado por el hermano coadjutor P. Alzola y corregido por el P. Sanz de la Garza. La lám. VI muestra la vista NW y la VII la SW de nuestro improvisado Observatorio. Con unánime asentimiento y complacencia de todos los observadores jesuítas de la Comisión del Observatorio de Cartuja, presidían nuestros trabajos y nuestra instalación, según figuran en dicho plano y demás láminas, las estatuas del S. C. de Jesús y de la Reina del Cielo.

DÍA		Baróm.	Psicróm.		Termóm.			NUBES		Viento.	OBSERVACIONES
		alt. á 0.°	Húm.	Tens.	Máx.	Mín.		Cantidad, clase.	Dirección.	Dirección.	
25	7h	688,3	82	7,8			12,6	8 Ni, 2 A St	SW	SW	⇱ ● unos 2,5mm
	9h	688,9	86	9,9			13,5	10 Ni	SW	SW	
	13h *	688,0	52	8,0			18,0	2 St K, 3 K	SW	SW	—ııı Temp. al sol 23,0
	15h	687,9	71	11,6	21,4	11,4	18,9	2 St K, 4 K	W	SW	—ııı
26	7h	692,3	83	9,0			12,6	1 Ci St,	NW?	NW	
	9h	693,3	57	8,2			16,9	2 Ci, 1 K	NW	SW	
	13h *	693,0	50	8,8			20,1	6 K	SW	W	Temp. al sol 27,1
	15h	691,9	42	7,5	22,3	10,6	20,4	4 K	W	SW	
27	7h	695,4	76	9,5			14,8	2 Ci, 1 St K	NE?	NE	
	9h	696,1	64	9,5			17,4	1 St K, 2 K	N?	NE	
	13h *	695,2	61	11,0			20,6	1 Ci, 1 K	NNW, NW	Calma.	Temp. al sol 30,7
	15h	695,3	54	9,9	23,6	10,2	20,7	1 Ci	NNW	NE	
28	7h	694,5	87	9,5			12,6	8 Ci St	?	NW	≡
	9h	694,2	52	7,9			17,8	8 Ci St, 1 Ci K	NW?	NW	Se forma en parte halo solar.
	13h *	693,2	43	7,6			21,1	5 Ci St, 2 Ci	NNW	W	Temp. al sol 28,4
	15h	692,8	33	6,8	25,3	10,1	22,8	5 Ci St, 4 A St	NW	W	—ııı
29	7h	688,8	86	10,6			14,5	3 Ni, 2 St K, 1 Ci, 1 Ci K	NW	W	
	9h	689,5	76	9,0			14,0	2 St K, 2 K, 1 Ci	NW	NW	
	13h *	689,5	44	8,0			20,5	3 Ci, 25 K, 2 K	NW	NW	Temp. al sol 25,0
	15h	688,8	32	5,4	22,3	11,1	19,5	2 Ci, 1 K	NW	Calma.	Noche muy despejada.

CAPÍTULO III.

Observadores de nuestra Comisión.

Ensayos.

La elección de sitio para observar el eclipse fué en verdad acertada. Una de las cosas que más nos movieron, como llevamos dicho en la Introducción, á instalarnos en el Colegio de Carrión de los Condes, fué el número de sujetos aptos y bien disciplinados que fácilmente podríamos instruir y ejercitar. Contamos pues con tantos colaboradores para organizar nuestra comisión cuantos religiosos habitaban entonces dicho Colegio. No poco nos animamos al ver lo bien dispuestos que se hallaban los HH. Estudiantes y Coadjutores, la facilidad con que iban recibiendo las instrucciones que se les daban, y el deseo que todos tenían de contribuir con sus personas y trabajos al buen éxito de la expedición granadina. Con unas cuantas conferencias que se dieron á los estudiantes jóvenes sobre los puntos más interesantes del fenómeno astronómico que iba á ocurrir, y algunas instrucciones generales sobre el manejo de los aparatos, comenzóse á hacer la distribución de los cargos para la observación del eclipse, y se deslindaron las distintas secciones que para el buen orden y concierto se juzgaron muy convenientes.

Había traído consigo el P. Fényi un espectroscopio de visión

Fotografía de la corona y alrededores.

Coronógrafo, 2.20.[m]

Jefe.	P. ANGEHRN.
Dos ayudantes y un inspector de tpo.	

Coronógrafo, 1.17.[m] *y tres cámaras de c. e.*

Jefe	H. HURTADO.
Seis ayudantes y dos inspectores de tpo.	

Cámara Fotométrica.

Un jefe y un ayudante.

III. Sección de observaciones visuales.

Observa la raya verde, la polarización de la corona, protuberancias con anteojo, y duración de la totalidad por medio de espectroscopio.	P. FÉNYI.
Observa las diversas fases del espectro con cám. prism. *visual,* y con anteojo la forma gral. de la corona.	Director de la comisión.
Examina la polarización de la corona.	P. J. PÉREZ.
Observa la forma gral. de la corona con anteojo.	P. SOLA.

IV. Sección de dibujos.

Jefe.	P. SOLA.
Estudio gral. de la corona, y part. de la interior y protuberancias.	Dos HH. Coadjutores.
Dibujo á simple vista por cuadrantes.	Alumnos del Colegio.

V. Sección de bandas ondulantes.

Jefe.	P. PONCE DE LEÓN.
Observadores.	HH. Novicios distribuídos en dos grupos.

VI. Sección Meteorológica.

Jefe.	P. J. ZABALA.
Barómetros, termómetros, psicrómetro y veleta.	HH. Novicios y Coadjutores.

VII. Sección de distintas observaciones.

En la torre { *Jefe,* observa estrellas visibles.	P. SUÁREZ.
En la torre { Cono de sombra, nubes, paisaje.	PP. y HH. Coadjutores.
Observación de animales y plantas.	Varios ayudantes.

Fácil es deducir de la anterior lista el oficio particular y preciso de cada uno de nuestros observadores. El jefe de cada aparato al par que dirigía las maniobras de sus ayudantes, hacía él mismo las exposiciones, contra la costumbre general, para evitar descuidos, y según la nota que se le había entregado. Á cargo del ayudante 1.° estaba el poner los *châssis* é irlos haciendo deslizar en los aparatos espectrográficos, llevando al propio tiempo la cuenta de las seis exposiciones que se habían de hacer en cada placa, el cambiarlos y entregarlos al ayudante 2.° Este tenía dos sacos negros marcados con el número de cada aparato; uno de los sacos servía para los *châssis* con placas sin impresionar, y otro para los ya expuestos; tenía cuidado de ir por ellos á la cámara oscura, sabía su numeración y los iba presentando al ayudante 1.° Fijos los ojos en el obturador y atento á la cuenta de los segundos que se daba por la sección de tiempo, el inspector de cada aparato iba anotando el momento de exponer y cubrir y las instantáneas en una lista de los segundos de la totalidad que para todos se preparó igualmente.

El P. Sola se encargó de instruir á algunos hermanos y alumnos en lo relativo á dibujos, ejercitándoles en copiar coronas de otros eclipses, de modo que adquiriesen práctica en reproducirlas durante el breve espacio de tres minutos. Suspendiéronse sobre algunos bancos, en el patio de observaciones, hilos verticales que dividiesen el astro eclipsado y con una línea perpendicular imaginaria formaban los cuatro cuadrantes de la corona que habían de dibujar. Instruyó el P. Ponce de León á los HH. Novicios que habían de observar las franjas oscuras antes y después de la totalidad, para lo cual se habían dispuesto dos lienzos blancos orientados de N. á S. y sendos pares de reglas graduadas para el mismo efecto. Novicios también, previamente aleccionados por el P. J. Zabala, habían de observar los aparatos meteorológicos durante el eclipse, á determinados intervalos de tiempo, y según el orden que se les había marcado.

Para que todos se familiarizasen con sus respectivas maniobras, se experimentasen las dificultades especiales de cada aparato, el tiempo conveniente de las exposiciones, el número de

placas, y sobre todo para que con repetidos ejercicios se llegase á operar casi mecánicamente, previniendo los percances que fácilmente pudieran ocurrir, se comenzaron los ensayos ocho días antes del 30 de Agosto. Siempre se procuró fuesen á la hora del crepúsculo vespertino para que se acostumbrasen á trabajar los observadores en una semi-oscuridad análoga á la de la fase total del eclipse. Ya en los últimos ensayos se tuvieron preparadas las linternas, y aun se estudió con mucho cuidado el sitio en que habían de colocarse para no perjudicar en nada á las cámaras fotográficas con importunas reflexiones en los espejos. Desde el primero hasta el último ensayo, cambiando sólo la duración é introduciendo algunas ligeras variaciones que la experiencia aconsejó, se hizo todo con mucha regularidad y siempre lo mismo. Llegada la hora, se hacía una señal con la campana del Observatorio para que los ayudantes tomasen sus correspondientes sacos de *châssis* y sus linternas. Tres campanadas avisaban á los jesuítas observadores que era tiempo de entrar en el *campo* de observaciones y situarse junto á sus aparatos. Habiéndolos recorrido todos el *ayudante de campo,* y viendo que cada observador se hallaba en su puesto, sonaba otra vez la campana, y todos enmudecían. Quien haya no sólo presenciado, sino tomado parte activa en las observaciones de un eclipse total de sol, sobre todo con alguna responsabilidad ó interés, no tendrá por exagerada esta rigurosa disciplina militar, fácil de obtener por otra parte en nuestros religiosos colaboradores. El Director de la expedición, observando por un espectroscopio *sin rendija,* había de dar la señal «*veinte*» cuando notase la primera inversión de los cuernos de las falces fraünhoferianas, y entonces el P. Sola había de proseguir contando los segundos: «*diecinueve*», etc., hasta «*uno*», instante en que debía comenzar poco más ó menos la totalidad. Por si esta señal faltase, el P. Ponce de León, observador de contactos, había de sonar la campana del Observatorio por medio de un sencillo sistema de palancas en que se hallaba apoyado, al percibir las primeras perlas dentro del campo de su anteojo; y todavía para asegurar más el «*alerta*», desde la torre de la Iglesia el observador del cono de sombra, debía con un silbato hacer tres señales al darse cuenta de la llegada de la

sombra lunar al extenso valle de Carrión. En dieciocho ó veinte segundos próximamente, había de recorrerlo desde el remoto horizonte NW hasta nuestra instalación. Durante los veinte segundos que precedían al eclipse total, se harían algunas exposiciones en las cámaras prismáticas para obtener el espectro normal de comparación con las mismas falces oscuras, algunas ya medio invertidas, y en los coronógrafos para registrar las perlas y la corona, si ya entonces aparecía. Avisaba la campana el 2.° contacto, y el Director debía observar el espectro relámpago en su cámara prismática *visual,* y anunciarlo con el monosílabo «*flash*». Entonces el P. Romero al ritmo del timbre eléctrico que ya antes de la totalidad había empezado á sonar, comenzaba en voz alta á contar los segundos del primer minuto empezando por el sesenta; alternaba con él el P. Llamas que contaba el segundo minuto, y al principiar el tercero entraba de nuevo el P. Romero que añadía los 36 segundos, (después de los cuales terminaba la totalidad). El fin del eclipse total y tercer contacto, lo anunciaba la campana, y volvía el P. Sola á contar cuarenta segundos más para los aparatos fotográficos que seguían con instantáneas. El diferente timbre de voz de cada cantor y el repetido ejercicio de los ensayos, hizo que se habituasen todos á saber el minuto de la totalidad que se contaba, y á seguir puntualmente por lo tanto el programa de exposiciones fotográficas previamente trazado. Con el mismo orden del principio se desalojaba el *campo,* y se recogían las listas de los inspectores de tiempo para ver si concordaban entre sí en duración y si las exposiciones se efectuaban y se anotaban según lo marcado.

Los ensayos salían bien, los *châssis* se deslizaban con rapidez y precisión en sus correderas, guiados por las hábiles manos de los observadores, se anotaban ya con puntualidad las exposiciones, y los cantores se habían hecho al exacto ritmo del *reloj de eclipse.* La víspera del memorable día se tuvieron dos ensayos, uno á la hora en que próximamente debía verificarse la totalidad al día siguiente, para que los observadores se diesen cuenta de la altura que debía tener el sol eclipsado, y el otro final, como de costumbre, á la hora del crepúsculo. Se dieron en este postrer ensayo los últimos avisos, y se tomó del

conjunto de nuestra comisión la fotografía reproducida en la lám. VIII.

Quedaban pendientes todavía algunos arreglos en los aparatos, sobre todo en los espectrográficos, y seriamente nos preocupaba ya la cuestión del mal tiempo. Los últimos días en Carrión, y en general en casi todo el Norte de España fueron verdaderamente de malísimas condiciones atmosféricas, y pusieron á prueba la constancia y paciencia de centenares de astrónomos que, como nosotros, se afanaban en dar los últimos toques á sus respectivas instalaciones. Todos los datos meteorológicos eran de una fuerte depresión que había de dominar por bastantes días á la zona más interesante de la Península en aquel tiempo. Los tres días que inmediatamente precedieron sopló en Carrión un viento huracanado que amontonando nubes y más nubes causó algunas lluvias y hubo amagos de tormenta, con lo cual los aparatos tuvieron que sufrir algunos percances. Y el sol apenas lucía, y nuestra esperanza de observar el eclipse, por lo menos en condiciones favorables, iba desapareciendo. Amainó sin embargo el furioso viento la tarde antes del eclipse, las nubes se rasgaron poco á poco y dejaron ver un azulado y trasparente cielo, brillaron las estrellas, y sucedió una noche, como pocas en Carrión, espléndida y apacible.

SECCIÓN ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM. VI



CAPÍTULO IV.

El Eclipse.

Apacible en verdad y espléndida fué la noche del 29 al 30 de Agosto. Ni la más ligera nubecilla empañaba el oscuro fondo del cielo donde centelleaban con notable brillo Saturno, Vega de la Lira, Altair y la Cabra. Y aunque los datos meteorológicos no nos ofrecían completa seguridad, aquel cielo nos hacía cobrar halagüeñas esperanzas y nos animaba en nuestras últimas tareas. Algunos observadores pasamos la noche ocupados en acabar de enfocar los coronógrafos, en revelar placas, en hacer algunos cálculos del eclipse con los datos locales hallados pocos días antes y en escribir por menudo el orden que debíamos seguir durante el día. Á las tres de la mañana se empezó la penosa tarea de cargar los treinta y un *châssis* dobles con placas de diferente clase y magnitud que habían de ser expuestas durante el eclipse.

Las horas de las fases del fenómeno debían suceder así:

1.er contacto.	11^h	26^m	39^s	Tiempo medio civil de Carrión de los Condes.
2.° »	12	47	3	
Medio del eclipse. . . .	12	48	51	
3.er contacto	12	50	39	
4.° »	14	7	39	

El orden pues que debía seguirse aquella mañana era el siguiente: *Á las* 7^h *y á las* 9^h observaciones meteorológicas.

Á las 11^h comienza la sección meteorológica formada por los HH. Novicios con lecturas de diez en diez minutos; (desde las 12^h 25^m se hacen de cinco en cinco minutos y durante la fase total de veinte en veinte segundos).

1.er contacto. Se observa por proyección previamente orientada según el ángulo de posición del 1.er contacto. Observado el principio del eclipse parcial, se retira el aparato de proyección.

Á las 12^h 1^m $45^s,0$ paso por el meridiano del borde no eclipsado del sol. Se da en este momento la señal para la hora. Se corrigen cronómetros y relojes.

Á las 12^h 15^m señal para *châssis* y linternas.

Á las 12^h 20^m entran las distintas secciones y se colocan en sus puestos.

Á las 12^h 30^m se renueva la cuerda de las relojerías, se examinan los sectores y ruedas dentadas y se rectifica la posición del sol en el campo de los aparatos fotográficos.

Á las 12^h 40^m primeras exposiciones en el espectrógrafo para obtener el espectro normal de comparación casi en igualdad de temperatura.

Eclipse total según el orden referido en el Cap. III.

Nuevas exposiciones en el espectrógrafo pasada la fase total, y un cuarto de hora para escribir brevemente algunas notas sobre los fenómenos observados.

Á las 13^h 40^m se prepara de nuevo la proyección para observar el 4.º contacto.

Cuarto contacto y fin del eclipse.

Escrito este orden del día á la madrugada, se puso en conocimiento de todos los observadores, para que en todo se guardase el concierto que se había tenido en los ensayos.

Á las cinco de la mañana unos tenuísimos cirros empañaban el fondo azul del cielo por la región del Norte. Á las siete y media dos columnas de estrato-cúmulos se dirigían lentamente desde el Oeste en dirección del sol. Á poco el cielo comenzó á aborregarse de Oeste á Este y á inspirar serios temores. No cejábamos sin embargo en nuestros últimos preparativos. Al

ver lo apurado de la situación, nuestra primera diligencia fué dirigir los aparatos movidos por relojerías hacia el astro que entonces concentraba toda nuestra atención y que con frecuencia nos era arrebatado por las nubes. Toda aquella angustiosa mañana se vigilaron los relojes y se tuvieron descubiertos los espejos (pues no había peligro de que se calentasen en día tan nuboso y fresco), y cuando algún claro nos lo permitía, acudíamos á los cristales deslustrados de las cámaras, á observar la imagen del sol ó de su espectro. Podía, en efecto, suceder que aunque despejase durante la totalidad no se hallase ya el sol proyectado en el fondo de los aparatos fotográficos, ó no se hallase de modo conveniente. Afortunadamente y gracias á las diligencias que se tomaron en orientar y regular los aparatos auxiliares, siguieron éstos fielmente al sol que se ocultaba tras la densa cortina de nubes, y pocas rectificaciones tuvieron que hacerse en esta parte.

Como entre las cámaras prismáticas servidas por el espejo mayor del celóstato hubo suficiente espacio para un prisma de reflexión total, apuntando á una de sus caras catetos y en ángulo recto con el haz de rayos reflejados por el celóstato, se pudo colocar, momentos antes de principiar el eclipse, un magnífico espectroscopio de visión directa sin rendija ni lente colimadora, convertido en *cámara prismática visual,* con el cual el Director de la Comisión había de observar las fases del espectro y hacer las señales convenidas.

Á las 10^h 30^m el R. P. Rector, acompañado de toda la Comunidad, bendijo solemnemente nuestros aparatos y todos caímos después de rodillas para implorar el auxilio del Cielo que mucho habíamos menester en tan críticos momentos, elevando fervientes preces á la Virgen Soberana del Universo.

Pasadas las once y esperando ya el principio del eclipse, todas las miradas se dirigían hacia los espesos estrato-cúmulos que á veces se nos antojaban nimbos preñados de agua, los cuales con rapidez se encaminaban hacia el sol, y allí parecía como que se estacionaban, ó que con perezoso movimiento se burlaban de los ansiosos espectadores. Desgarráronse afortunadamente las nubes por la región del cielo donde se encontraba el sol, lo suficiente para poder observar con toda comodidad

el primer contacto. Pero á los pocos momentos nos arrebataron las nubes el brillante disco del sol mordido ya por el de la luna en el cuadrante NW. Las fases del eclipse parcial se sucedían sin que pudiéramos seguirlas con los ojos. No habiendo tampoco podido observarse el paso del sol ya eclipsado por el meridiano, se hizo la corrección de cronómetros y relojes con datos aproximados de los días anteriores, inexactitud que naturalmente redunda en la observación de contactos.

De vez en cuando, en algún claro que dejaban las nubes bajas y á través de los alto-cúmulos que habían invadido la región interesante del cielo, se dejaba ver la falce solar cada vez más reducida. El paisaje que empezaba á tomar tinte indescriptible de tristeza, y la hora que marcaban los cronómetros, ya que no lográbamos distinguir el astro próximo á eclipsarse, nos avisaron que la totalidad se echaba encima. Por ceremonia se dió la campanada de silencio: no hacía falta. Todo murmullo había cesado ante el imponente espectáculo que adivinábamos detrás de aquellas nubes que tomaban entonces una coloración vaga, indefinida y melancólica, cual inmensa losa de mármol iluminada por tenue luz amarillenta. Á trechos sólo aparecían algunos jirones de cielo muy oscuro que tiraba á azul de Prusia.

Desesperanzados por completo de llevar á cabo nuestro programa, hubimos de decir: «vamos todos á observar los colores del paisaje y á fijarnos en cualquier fenómeno que llame la atención». Y á los pocos momentos añadimos: «se nos va á echar la sombra encima; procuren todos conservar sus posiciones y no tocar á los aparatos». Creíamos en efecto en aquellos momentos, cabalmente contra lo que sucedió, que con aquel cielo entoldado la oscuridad sería todavía mayor. Mas viendo que comenzaban á aclararse las nubes por la región del eclipse en aquellos instantes, un rastro de esperanza, tan propio de quien desea con vehemencia, nos hizo dar maquinalmente orden de exponer en todos los aparatos fotográficos, según el programa. No bien habíamos hablado, cuando las nubes comenzaron á dejar ver la falce solar próxima á deshacerse en perlas. Cuál no sería nuestro contento y sorpresa al asomarnos por nuestro espectroscopio sin rendija y observar atónitos aquel nunca visto espectro solar, claro, bien definido y surcado por una infinidad

de falces oscuras, finísimas y admirablemente delineadas como jamás las habíamos observado con ninguna rendija ni en ningún espectroscopio. «A exponer en las prismáticas», dijimos, anticipándonos para no perder aquel hermoso espectro de la falce solar. Por desgracia las nubes pasaban de continuo y eran aventuradas aquellas exposiciones espectrofotográficas. Puestos de nuevo á nuestro espectroscopio y transcurridos algunos instantes, vimos clara y netamente la primera inversión de los cuernos de las falces fraünhoferianas, señal de que se hacían sensibles ya los gases de la cromosfera y con ellos la inminente totalidad. «¡Veinte!» exclamamos entonces, y siguió el P. Sola, «diecinueve», etc. Contando los veinte segundos estábamos, cuando todos oímos el silbato que desde la torre nos anunciaba la llegada del cono de sombra al valle de Carrión. Honda impresión y escalofríos nos produjeron aquellos silbidos misteriosos. No pudo ser más exacta ni más á tiempo dada la señal de los veinte segundos á la primera inversión de las falces fraünhoferianas. Porque al decir «u...no» el P. Sola, nos vimos envueltos en la sombra, que no era tanta como se pensaba, oyóse la campanada que marcaba el comienzo de la totalidad, vióse completo ya el negro disco de la luna rodeado de la bellísima corona solar, y nosotros pudimos admirar á través de nuestro espectroscopio el incomparable fenómeno del espectro «relámpago», gritando al propio tiempo «*¡flash!*»

No había que perder un momento, ya que la Providencia de Dios nos deparaba precisamente en los únicos instantes que nos interesaban, un claro tan oportuno en la región misma del sol totalmente eclipsado. Todos nos afanábamos en cumplir con serenidad nuestro correspondiente oficio. Nosotros, ocupados como estábamos en las exposiciones de nuestra cámara prismática, no pudimos ni quisimos contemplar el sublime espectáculo, sino hasta pasada ya casi la mitad de la fase total. Entonces, durante una exposición de 90^s, nos volvimos á poner al espectroscopio para examinar brevemente el espectro de la corona. Recibiendo después de manos del *ayudante de campo* unos buenos gemelos y dirigiéndolos al cielo, quedamos por algunos instantes extasiados en la contemplación de aquella elegantísima y brillante corona de plata nacarada, propia en su

forma del período de máxima actividad, cuya descripción minuciosa reservamos para la Parte Segunda de esta relación.

Cinco hermosas protuberancias apiñadas en el cuadrante NE, cual otros tantos rubíes, llamaron desde luego nuestra atención: á pesar de lo avanzado de la totalidad, aún rebasaban el contorno lunar de azabache y ya estaba apareciendo otra diametralmente opuesta á las primeras y encorvada hacia el N, según entonces nos pareció. Embelesados con esta mágica visión hubiéramos proseguido observando la corona, si aguijoneados por otra parte por el éxito de nuestras fotografías, no nos hubiésemos decidido de repente á recorrer con rapidez cada uno de los aparatos haciendo prolongar el tiempo de una exposición, en vista de lo velado del fondo del cielo y de los alto-cúmulos que, aunque transparentes y segmentados, no dejaban de pasar ante la corona. Tuvimos tiempo suficiente en aquellos noventa segundos para hacer todo esto con relativa calma y serenidad y volver á cerrar nuestro obturador. Nunca se olvidará aquel solemne silencio que guardaban todos, aun los chicos que en la vecina calle alborotaban antes de la totalidad con sus gritos y exclamaciones; sólo se oía el acompasado tañido del timbre eléctrico que marcaba los segundos, la voz que pregonaba los fugitivos instantes del fenómeno y el sordo ruido de los *châssis* que se deslizaban en sus correderas guiados por las manos de nuestros observadores. El segundo espectro «relámpago» más bien lo adivinamos que lo vimos. Una más densa nube se había interpuesto al terminar la totalidad, cuyo fin lo anunció con algún retraso la campana, al verse el primer rayo de luz fotosférica que trifurcado y con bellísimos cambiantes brotó de entre las nubes, tiñéndolas con los arrebolados colores del espectro. Las nubes nos parecieron entonces partidas y como formando brillante mosaico alrededor del sol. El viento que antes era NW, fijóse invariable en la dirección NNW. ¡La totalidad había pasado!

Los que trabajábamos con aparatos espectrográficos, seguíamos aprovechando con instantáneas los cuarenta segundos convencionales después de la fase total. Los demás pusiéronse á escribir sus propias impresiones ú observaciones. Todos nos felicitábamos y dábamos gracias al Señor porque nos había

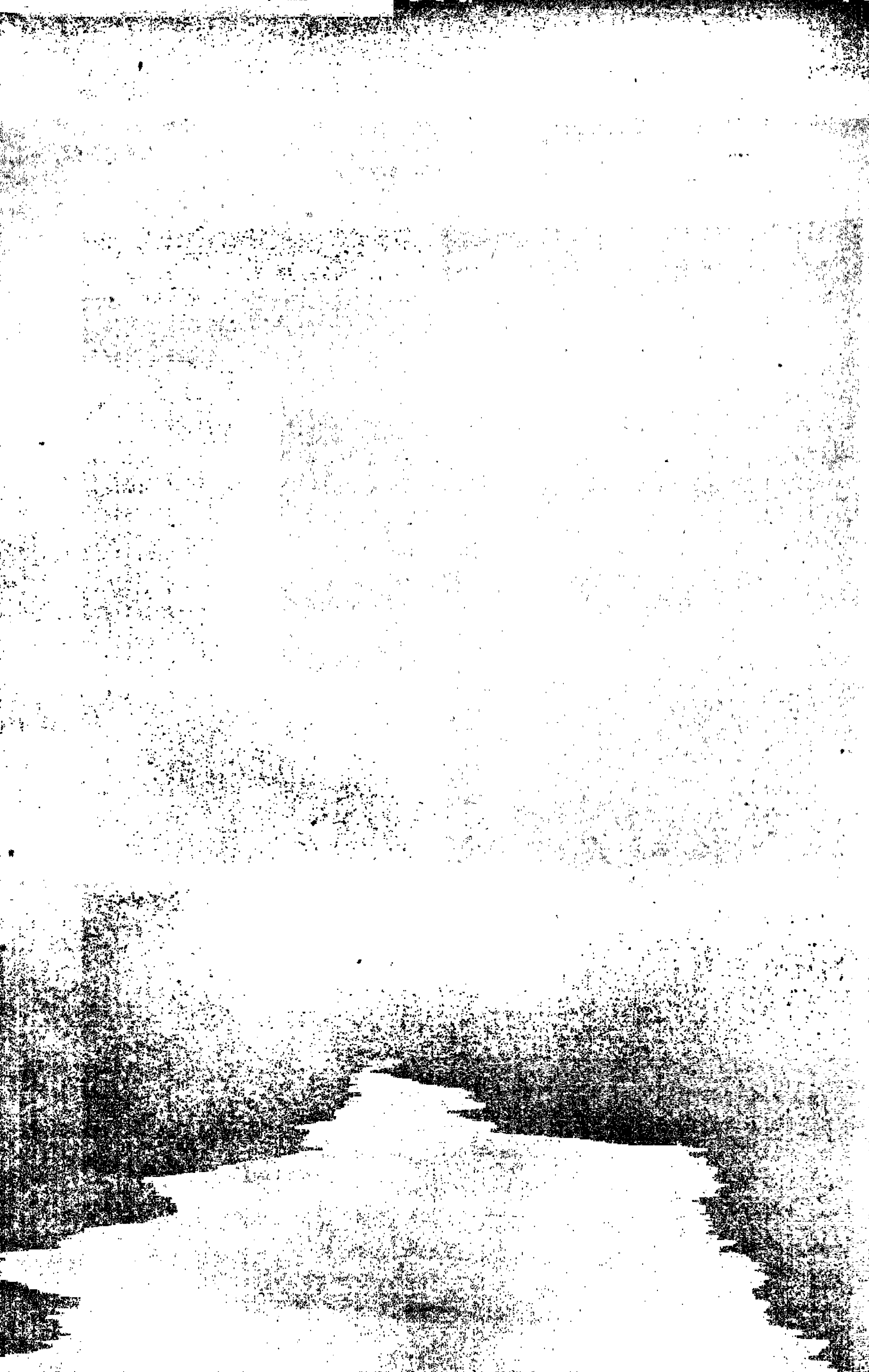
SECCIÓN ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

EOLIPSE DE 1905

LÁM. IX.

Antes de la totalidad

Después de la totalidad



permitido llevar á cabo de algún modo nuestro programa. Poco después del eclipse total descorrióse por completo la cortina de nubes que tanto nos había angustiado y hubo un perfecto claro con no poco sentimiento nuestro de que no hubiese sido en los momentos más preciosos para nuestras observaciones. Al sucederse las fases inversas del eclipse parcial, fuése paulatinamente iluminando y alegrando el paisaje y devolviéndoseles su color á los objetos con más rapidez, al parecer, que antes lo habían perdido. Púsose de nuevo el aparato de proyección en el anteojo de contactos y con fortuna también, durante un claro, se observó el 4.º y con él el fin de este memorable eclipse.

Poseídos de la más profunda emoción comentábamos el suceso que por tanto tiempo nos había traído preocupados y cuyo desenlace, por causa de aquel temporal fué, si no tan feliz como lo hubiésemos deseado, al menos bastante satisfactorio (1).

¿Qué había sucedido entre tanto con nuestras placas? ¿Qué clase de impresión habrían registrado? Algo por lo menos interesante era probable contuviesen. Ansiosos con estas conjeturas y más que legítima curiosidad, no era fácil pudiésemos descansar aquella noche sin conocer parte al menos de nuestras problemáticas fotografías. Así fué que tras el breve reposo de la tarde, comenzamos, entrada ya la noche del mismo 30 de Agosto, la delicada operación del revelado de las placas, que se continuó durante las noches siguientes. Visto el resultado de las principales, enviamos un telegrama á nuestro Superior, el Rector del Colegio de Granada, participándole el relativo buen éxito de nuestra expedición.

Los primeros días del mes de Septiembre tuvimos el sentimiento de despedir á nuestros buenos cooperadores, al ilustre P. Fényi y al infatigable P. Angehrn que regresaban el primero á su Observatorio de Kalocsa, y el segundo á sus estudios del Doctorado en Astronomía.

Los aparatos, cuidadosamente embalados de nuevo y reexpedidos en la estación de Frómista en pequeña velocidad, llegaron

(1) Bastante satisfactorio verdaderamente si se atiende al estado del cielo antes y después de la totalidad. La lám. IX, reproducción de dos fotografías tomadas con el Coronógrafo 1.17^{m}, da bastante idea del apurado trance en que nos vimos.

á Granada á mediados de Septiembre también sin trasbordos. Con nosotros mismos trajimos las placas útiles para el estudio del eclipse y cuya descripción formará, Dios mediante, capítulo aparte.

De vuelta ya en el Observatorio, hemos comenzado la instalación de los nuevos aparatos y el arreglo de los ya existentes y emprendido nuevas observaciones solares, en especial la fotografía diaria del sol que servirá para la Estadística Heliográfica. Construye en Londres Mr. Hilger un *macro-micrómetro* para las medidas de estas placas heliográficas, para las del eclipse y finalmente, para las espectrofotográficas que proyectamos obtener con el fin de hacer un estudio, lo más completo posible, del astro del día.

PARTE SEGUNDA

RESULTADOS INMEDIATOS.

CAPÍTULO I.

Observaciones visuales.

Vengamos ya á tratar en concreto de las observaciones que pudimos llevar á cabo, sin entrar en ninguna discusión y sólo examinándolas brevemente. Comenzaremos por las más obvias efectuadas á simple vista, consignándolas á ser posible con la misma sencillez con que las hallamos registradas en las notas que á raíz del fenómeno celeste escribieron nuestros observadores.

ASPECTO Y COLORES DE LAS NUBES, DEL CIELO Y DEL PAISAJE.— Dejamos ya dicho al narrar el eclipse el carácter general de las nubes que entoldaban el cielo. Las principales eran, á las 10^h de la mañana, Ci-Cu y Str-Cu, hora en que se envió el telegrama siguiente al corresponsal de un periódico deMadrid: «Cielo aborregado, algo *temible*, parte descubierta transparente. Animados astrónomos». Cerca de la totalidad fuéronse acercando por fortuna hacia el sol algunos Al-Cu que en los momentos críticos *se parten* y dejan ver bastante el sol eclipsado. Un observador dice: «un minuto antes de la totalidad las nubes variadas *como no se ven de ordinario,* y *como peñas abiertas*». Avanzado ya el eclipse parcial y al romperse á veces un poco las nubes, aparecía la falce solar ya muy reducida tiñendo

las nubes próximas y sobre todo el paisaje terrestre, de un extraño tinte rojizo que desfiguraba del todo los variados tonos de los árboles y de los campos, y daba á los edificios un color indefinible y apagado. Todo esto se hacía más de notar cuando estaba cerca la totalidad, y el poquito de sol que quedaba, aunque desenredado ya del todo de las nubes que le habían cubierto un gran rato, parecía que quería y no podía ya iluminar el paisaje. Todos están de acuerdo al afirmar que minutos antes del eclipse total, los rostros de todas las personas se veían pálidos y amarillentos, lo cual causaba no poca impresión. «Momentos antes también todos pudimos observar la belleza de una *corona solar meteorológica* de hermosísimos colores. En la misma totalidad también se vió otra *corona meteorológica* muy hermosa, tenue y delicada, de colores más apagados, efecto sin duda de los rayos que emitía la misma corona ó atmósfera solar y que eran descompuestos por las nubes. En la banda NW se pintaron éstas de color ceniciento y hacia el E, SE y S de oro rojizo brillante, sobre todo en los límites mismos del horizonte. Otro añade que se entretuvo en contar los colores del «*arco-iris*» que se formó alrededor del sol, de los cuales resaltaban, como ya hemos dicho, en el rostro de los espectadores el amarillo y anaranjado. A varios en cambio aparecieron de color morado gran parte de las nubes. El P. Escalada, que había salido al campo especialmente encargado de observar los colores del paisaje y del cielo, dice: «... allá en el confín y por la extensión de una semi-circunferencia me pareció en el ocaso ver un completo trasunto de las auroras boreales en la multitud de colores diversos que ofrecían los cúmulos entre sí. ¡Qué cambiantes de luz! ¡Qué matices tan limpios y deslumbradores! Hasta tuve mis alabanzas para aquellas nubes que los astrónomos, á no dudar, execrarían». Todos por último convienen en que el remoto horizonte ostentaba los celajes de una hermosa puesta de sol, y que por el Sur se veía luz muy lejana (la que reflejada por las nubes y por la atmósfera venía de las inmediatas regiones que se hallaban fuera de la zona de totalidad).

OSCURIDAD, ESTRELLAS VISIBLES Y CONO DE SOMBRA.—La oscuridad causada por el eclipse no fué ni con mucho la que era de esperarse, atendida la duración de la fase total y por consi-

guiente la buena parte de corona interior que á la mitad se hallaría oculta por el disco de la luna de bastante diámetro aparente entonces. Los que observaron el eclipse total de 1900 dicen que en este de 1905 hubo todavía más luz, y eso que en aquel reinó una claridad notable. Para nada hicieron falta las linternas que se tenían preparadas, y aun las lecturas de los cronómetros podían hacerse con relativa facilidad. A cien pasos de distancia sin embargo no se apreciaban pormenores ningunos; sólo se veían bultos informes y el color de los objetos se adivinaba más que se percibía. El P. Fényi afirma que la iluminación de la escena sería poco más ó menos la que se observa una media hora después de la puesta del sol. Sin duda fué debida esta extraña claridad, entre otras causas, á tres principales. Es la primera el intenso y notable brillo de la corona de este eclipse. La segunda, la altura misma del sol cuyo ángulo horario entonces era una hora escasa, sobre todo si se le compara con el del eclipse de 1900 que sucedió casi á media tarde. Por último, las nubes que se abrieron entonces y que cubrían buena parte del cielo, reflejaron en gran manera hacia la tierra la luz de la corona solar.

No parece se haya visto en Carrión á Mercurio, Venus ó Régulo á causa de las nubes que abundaban en los alrededores del sol eclipsado. Muchos atestiguan haber visto una estrella hacia el NW tan brillante como las anteriores noches á Saturno, y que al despuntar el primer rayo de sol al fin de la totalidad, desapareció repentinamente. Parece haber sido esta estrella la Cabra. Mejores datos sobre ésto, y más curiosos acerca de la imponente marcha del cono de sombra, nos los dará el P. Suárez, especialmente preparado para estas observaciones. Dice así: «De las estrellas sólo una pude ver por la abertura de las nubes que se produjo al terminar la totalidad: era Sirio, aunque al principio me pareció Proción. Brillaba en todo su esplendor. Desde el mismo sitio vieron otros un momento á Arturo; desde distintos sitios se habían observado algunas más, según oí, las cuales, á juzgar por las señas que me daban de su posición en el cielo, debían ser la Espiga de la Virgen, Deneb del Cisne y Vega de la Lira, y tal vez alguna de Casiopea, Perseo ó el Cochero».

«Como la altura de la torre en que yo estaba, sobre el cam-

panario y junto á la esfera del reloj, era tan á propósito para observar la sombra, pude notarla en medio de tanto fenómeno simultáneo en la tierra y en el cielo. Unos 18 ó 20 segundos antes de la totalidad vimos los que estábamos en lo alto de la torre, ennegrecerse en el lejano horizonte del NW los cerros en que termina por ese lado la dilatada vega de Carrión, distantes próximamente unas seis ú ocho leguas en la dirección de Saldaña, pero con un negro acentuadísimo; á la vez, un poco más á nuestra derecha (en el supuesto de que miramos al NW), el fondo del cielo cercano al horizonte se fué volviendo por momentos azul oscuro y cada vez más negro. Al principio temí no fuese ilusión tomando por sombra del eclipse lo que pudiera resultar cerrazón imponente del vórtice del temporal que molestaba; pero bien pronto nos cercioramos que á toda prisa y cada vez más extenso, sobre todo á nuestra derecha, cada vez más *abrumador* y *sublime* (esta palabra parece leve é insignificante para expresar la terrorífica grandiosidad del espectáculo), cada vez, repito, más sublime, avanzaba con indescriptible majestad el cono de sombra que proyectaba la Luna. Entonces fué cuando hice sonar el silbato convenido para avisar á los observadores del patio. Y mientras así avanzaba y se venía sobre nosotros, sobrecogía el ánimo el ver los cambiantes de negro y amarillo que iban dibujándose en los paisajes de la inmensa llanura, debidos en parte quizás á la combinación de la sombra y de los jirones de nubes que rodaban por el espacio. No sé si por el deseo que tenía de que no se me escapase la contemplación del sol en el instante de su desaparición total, por lo que repartía mi vista entre el sol y la tierra dominada por la sombra, es lo cierto que no la ví llegar á la llanura de una manera fija, determinada, con línea divisoria cual se pudiera imaginar, y yo me la había imaginado, al modo queavanzan por ejemplo las olas en las playas. Sólo puedo decir que el fenómeno arriba dicho se fué rápidamente extendiendo por el horizonte en el 4.º y 1.er cuadrante envolviéndonos repentinamente en su lobreguez. En ese momento toda la naturaleza viviente se veía subyugada: ante mis ojos pasaron en bandada los pájaros aturdidos; la algazara de los chicos cesó por completo lo mismo que los vítores que antes se oían por el pueblo.

La trayectoria de la sombra, correspondiente al punto en que nos encontrábamos, paralela á la línea central, iba en la dirección, al menos al parecer, y me procuré fijar bien en ésto, de NW¼W á SE¼E. La razón de verla tan hacia el N, y de extenderse más y más á derecha é izquierda á medida que avanzaba, debió ser su forma cónica. El haberse cerrado más por la derecha del que la esperaba de frente, habría obedecido, á hallarse de ese lado la línea central, cuyos puntos más cercanos se veían antes sumergidos en la sombra que los otros. En el momento de terminar la totalidad volví la vista á la región por donde se alejaba la sombra, á saber, por el 2.º cuadrante, y se veía entonces á Carrión y á sus contornos surgir de nuevo á la luz desde el fondo de la oscuridad que le envolvió por 3^m 37^s, no ocurriéndoseme con que comparar mejor esta segunda vez á la sombra, que con un inmenso velo fúnebre que tendido á la tierra desde el cielo, repentinamente se descorre».

«La duración de la llegada de la sombra á contar desde que la vimos hasta que llegó á envolvernos, fué muy próximamente de unos 16^s á 18^s; dos ó tres segundos después que los observadores de abajo empezaron á contar: «20, 19», etc. Claro es que ya antes pudo y debió estar visible á nosotros sobre todo viniendo como venía por los Picos de Europa cuyas próximas montañas son tan visibles desde la torre á pesar de la gran distancia que las separa de nosotros. Pero, fuese por el tiempo tan nuboso, ó por atender á tantos otros fenómenos, y aun á los mismos relojes para llevar la cuenta de los segundos, etc., ello es que sólo la echamos de ver en el instante apuntado.»

IMPRESIÓN EN LOS SERES VIVIENTES.—La emoción que produjo el fenómeno celeste en casi todos, aun en los mejor prevenidos y quizás más en ellos, es cosa que se siente pero que difícilmente se describe. En cambio hubo algunos labriegos que á penas si se dieron cuenta del suceso. Oigamos la pintoresca relación del P. Escalada:..... «allí á mis pies trillaba un par de mulas su parva de garbanzos, y permanecieron mudas como antes sin dar muestras de asombro. Mientras que una familia de labriegos saboreaba su correspondiente ración, para ver á cómo sabe, según ellos decían, el *comer á oscuras,* otra dejaba reposar la olla en la cesta, para saludarla cariñosamente después que

amaneciese. Quiero decir que allí no hubo asombros ni religiosos temores; hasta una rapazuela de diez años y un su igual permanecían como si tal cosa, y sólo una bandada de golondrinas que tenazmente perseguía á los gorgojos de una parva de habas, se retiró como asustada en rápida y vertiginosa carrera». Un labrador de Villamez *que no creía en el eclipse* y cuando empezó la totalidad se hallaba á unos 200 metros de sus compañeros, viendo que *aquello iba de veras,* dicen que corría como un desesperado adonde estaban ellos, diciendo «*que venía el juicio final.*»

En algunos irracionales se advirtieron ciertos cambios é impresiones producidos por el eclipse. Algunos polluelos con la gallina se dirigieron á su morada al principio; luego volvieron al prado pero sin andar picando las yerbas como de costumbre, y antes de la totalidad miraban hacia el cielo. Algunas gallinas entraron á su dormitorio y otras se quedaron á la puerta. Los gallos se mostraban más alarmados é hicieron alguna señal de ello con la voz, pero sin levantarla. Pasada la totalidad, y como si amaneciese, se oyeron cantar algunos gallos del vecindario. Las mulas que tiraban de un carro paráronse en la carretera sin querer andar. Algunas vacas bramaron. Parte de las abejas volvían cual si fuese de noche, y muchas tropezaban contra las paredes. Las palomas y otros pájaros hendían silenciosamente los aires como cuando amenaza alguna tempestad. Una bandada de golondrinas cruzó por encima de nuestros instrumentos huyendo asustada en arrebatado vuelo del cono de sombra que las perseguía. Hasta hubo quien preparado para observar á las hormigas no pudiese, á causa de la oscuridad, distinguir sus evoluciones durante el eclipse total. Algunas flores finalmente como las de la planta llamada vulgarmente «D. Diego de noche», abrieron durante el eclipse sus corolas.

SOMBRAS ONDULANTES. — Preparados, como arriba hemos apuntado, los blancos lienzos bien orientados y las correspondientes reglas graduadas para medir la anchura, dirección, número, velocidad, aparición y desaparición de las célebres bandas oscuras, y estando atentos y bien prevenidos en sus sitios los observadores de esta sección, ni antes ni después de la totalidad vieron rastro de ellas. Al principio atribuímos esta ausen-

cia de franjas sombrías á que las nubes no habrían dejado hacerse sensible el curioso fenómeno; no obstante hemos visto en algunas relaciones preliminares de este mismo eclipse, observado en sitios que se hallaban poco más ó menos sujetos á las mismas condiciones atmosféricas, v. g. en Burgos, en donde sí pudieron ser observadas perfectamente. En otros lugares, en donde también se hallaban bien dispuestos é instruídos los encargados de estudiarlas, aconteció lo que en el nuestro. Esta extraña aberración y como selección de parajes en donde se ha producido el misterioso fenómeno, complica su ya de suyo difícil explicación. Sin embargo, haremos constar aquí que uno de nuestros observadores, que por cierto no pertenecía á la sección de sombras ondulantes, escribe: «ví unas sombras que cruzaban de W á E, unas tres ó cuatro». Esto nos hace pensar que quizás hayan aparecido también en los lienzos y en los muros blancos; pero entonces ¿cómo es posible que los que estaban instruídos para su observación y cuya descripción ya de antemano les era familiar, no percibiesen ni una sola? Si las hubo, debieron ser casi imperceptibles.

Observaciones espectroscópicas.—*Espectroscopios con rendija.* Las principales observaciones visuales que se hicieron con aparatos, fueron las espectroscópicas. Ya se deja entender que á causa del mal tiempo sufrieron gran menoscabo estas observaciones que de suyo requieren, si han de ejecutarse con delicadeza, un cielo sereno y transparente. El P. Fényi, con dos espectroscopios *integrantes,* provistos ambos de micrómetro para fijar la posición de la raya verde donde mejor la percibiese, no llegó á observarla con claridad, y sólo al fin, creyendo distinguirla, iba á mover el tambor del tornillo micrométrico, cuando la nube de que hemos hablado tuvo á bien interponerse y privarle de la suficiente luz coronal. Una exclamación de lástima se escapó naturalmente de sus labios al ver que se le frustraba por completo su importante medida. La duración de la totalidad sí logró medirla con el espectroscopio. Citemos sus propias palabras: «Initio vidi «flash» cum quinque Amici prismatibus: in fine non percepi; sed finem fulgure lucis redeuntis mensuravi «ope *Compteur des secondes*» quod postea cum chronometro comparavi. Duratio sic inventa est: $3^m\ 38^s \pm 0{,}2^s$».

Espectroscopio sin rendija. Dispuesto, como queda dicho, nuestro espectroscopio al lado de la cámara prismática que manejábamos, pudimos seguir en alguna manera las transformaciones espectrales que fueron de este modo: Durante casi todo el eclipse parcial y en los brevísimos instantes que nos lo permitieron las nubes, observamos continuo el espectro solar, como era de esperarse. A las $12^h 32^m$ (es decir unos 15^m antes de la totalidad), y durante un claro, comenzamos á ver surcado el espectro continuo por unas cuantas fajas sombrías más bien que por otras tantas falces, y eran, según entonces nos pareció, las del grupo F y quizás la E. Cuatro ó cinco minutos antes y viendo que se despejaba la región del cielo en que se hallaba el sol próximo á eclipsarse, nos asomamos de nuevo al espectroscopio y entonces fué cuando quedamos gratamente sorprendidos al ver aquel espectro ya discontinuo, formado por las falces que ocupaban las mismas posiciones de las rayas de Fraünhofer. Como la región amarilla y verde del espectro lastimaba todavía nuestra vista, sin ocurrírsenos por entonces adaptar un vidrio moderador, hicimos entrar en el campo del espectroscopio desde el fin del verde, la porción azul hasta cerca del fin de la violada, haciendo salir de él las primeras regiones más brillantes, pues lo único que nos preocupaba en aquellos momentos de turbación, era percibir con toda claridad la inversión de las falces para dar la señal «*veinte*». No poco hemos lamentado después esta fatal distracción que nos privó de cerciorarnos de la existencia objetiva del anillo verde coronal. A las $12^h 44^m$ las falces se observan muy adelgazadas, é infinidad de ellas aparece en el violado. Nos admira la limpieza y finura con que se ven proyectadas en la banda espectral. Por fortuna, y sin nosotros pretenderlo, quedaron dispuestas las aristas de los prismas perpendiculares al movimiento de la Luna; así es que siendo éste en el mismo sentido de la dispersión, se hacía completamete sensible, y por instantes se notaba que se iban adelgazando más y más las falces oscuras hasta quedar convertidas en finísimos cabellos negros. Entonces se estrecha la banda espectral, y 20^s exactamente antes del 2.° contacto, vemos invertirse algunos cuernos de las falces. Era la F y la G, y á no dudarlo la H y la K. Se destacaban á uno y otro lado

de la faja perfectamente definidos, unidos todavía por el resto de la falce oscura dentro de la misma banda. Dada entonces la señal de «alerta», concentramos toda nuestra atención en una sola parte del espectro, desde λ 430 hasta λ 390, poco más ó menos. Durante aquellos veinte segundos se estrechó rápidamente la faja del espectro dejando cada vez más y más separadas y mejor definidas las rayas brillantes. En el primer segundo de la totalidad se desvaneció por completo el espectro continuo y entonces aquellas líneas que ya antes habían ido invirtiéndose poco á poco, brillaron en todo su esplendor brotando al propio tiempo entre ellas una infinidad de arcos menores de unos cuantos grados nada más. Era el espectro «relámpago»: su duración nos pareció ser de dos segundos escasos. Nos hizo la impresión de que no había sido un fenómeno repentino, inesperado; sino que venía preparándose de antemano al irse estrechando la banda del espectro normal fotosférico, y al quedar sólo el de las perlas ó partes ya divididas de la falce solar. Sin embargo, en el momento de producirse el «relámpago» observamos que brotaban entre los principales de Fraünhofer centenares de arcos brillantes muy cortos que *al parecer* no correspondían á los oscuros del espectro normal, y decimos *al parecer,* porque cuando se tornaron brillantes resaltaron más en el fondo oscuro del espectroscopio de lo que antes resaltaban cuando eran oscuros. Tras este verdadero relámpago de rayas brillantes, sucedió como por encanto el espectro cromosférico y de las protuberancias que en aquel momento se hallaban hacia el E. Nos pareció este espectro, durante los pocos segundos que lo contemplamos, sereno y sin los bruscos y repentinos cambios que habíamos observado en las capas inferiores cubiertas rápidamente por la Luna. Dos arcos más brillantes, los H y K, de 40° á 50° y de unos 3' á 4' de espesor, bordados finísimamente por el hermoso grupo de protuberancias, sobresalían en el fondo apagado de un espectro continuo y atravesaban por su mitad una estrecha banda que dudamos si era también de espectro continuo, ó si estaba formada por brillantes arcos pequeños. Algunos arcos más brillantes, tales como el h y el G, quizás el F, y otros cuya posición no pudimos determinar, acompañaban á los primeros.

¡Qué lástima no hubiéramos entonces observado la raya C cromosférica! No nos fijamos si en todos ellos se encontraban dibujadas las protuberancias, ni era fácil las percibiésemos, dadas las pequeñas dimensiones del anteojo de nuestro espectroscopio. En lo que sí reparamos fué en la grande altura que alcanzaban sobre el nivel fotosférico el hidrógeno y el calcio, dado el espesor de los arcos cromosféricos. Pasados algunos segundos tuvimos que abandonar el espectroscopio para atender á nuestra cámara prismática. Á los 30' ó 40' después de comenzada la totalidad y durante una exposición de 90' volvimos á observar por el espectroscopio para dirigir una rápida ojeada al espectro de la corona. ¡Ni entonces siquiera se nos ocurrió hacer entrar en el campo la región verde, no obstante que era una de las principales observaciones que proyectábamos! El espectro en la región que teníamos delante (ó sea desde la F hasta más allá de la K), era enteramente continuo, y en esto procuramos fijarnos de propósito. Se hallaba dividido en dos fajas más luminosas correspondientes á los extremos del diámetro lunar, aunque también en la porción intermedia, mucho más apagado, se observaba el mismo espectro continuo. La altura de ambas fajas extremas ocupadas por el fuerte espectro continuo sería de unos 10'; lo cual no quiere decir que los polvos metálicos incandescentes de la corona sólo lleguen á esa altura, que también, aunque muy débil y esfumado, se extendía más allá el espectro continuo, sino que en general no apareció la corona tan extensa como era de esperarse, debido en gran parte á las nubes en las cuales se hallaba como engastada. Examinado brevísimamente este espectro y sin haber caído en la cuenta de que lo principal que debíamos haber hecho era observar el anillo verde, si acaso aparecía, no volvimos al espectroscopio hasta pocos segundos antes de terminar la totalidad. Desdichadamente entonces con la interposición de la nube ya no pudimos observar con toda satisfacción el espectro del arco cromosférico opuesto que aparecía, ni mucho menos el de las protuberancias que en él se hallaban, y confundimos el movimiento de las capas cromosféricas más bajas que iban desfilando, con el de las nubes que eran algo transparentes. Sólo si notamos que iba iluminándose por instantes el antes

apagado espectro y aun creímos distinguir confusamente la segunda aparición del espectro producido por el estrato inversor. Nos fijamos poco después en la persistencia de la inversión de los cuernos de las falces, la cual desapareció por completo poco más ó menos también á los 20^s después de la totalidad. Entonces quedaron hermosísimas sobre todo punto las negras falces oscuras que en sentido inverso surcaban el espectro, á lo cual no poco ayudó el perfecto claro que á la sazón dejaron las nubes. Poco á poco fueron ensanchándose hasta desaparecer por completo, dando de nuevo lugar al espectro continuo ordinario. El tiempo exacto de su total desaparición no lo pudimos precisar: debió ser unos 30^m después de la fase total.

CORONA Y PROTUBERANCIAS.—Rodeada como estaba la corona por los alto-cúmulos, no fué posible ni observar en toda su extensión las radiaciones y penachos mayores, ni mucho menos precisar su posición visualmente. Apareció en efecto para todos los que se habían dispuesto á observarla, bien con anteojos, bien á simple vista, como un anillo luminoso muy brillante en su interior y del cual partían en dirección radial, siguiendo todo su contorno, brillantes saetas de elegante forma que se perdían entre las nubes. A decir verdad sólo pudo observarse *visualmente* la corona interior. Casi todos los esbozos, hechos por alumnos del Colegio en su mayor parte, demuestran que apareció la corona más extensa en el cuadrante NW, y aun en algunos se apuntan los principales penachos de este cuadrante. Con claridad se observó también el rayo que partiendo tangencialmente del cuadrante NE parecía ser una continuación de las erupciones orientales que en forma de protuberancias aparecieron cerca del ecuador mismo. El color único que pudimos observar en esta corona interna nos pareció de plata nacarada, muy brillante en el interior, que se desvanecía poco á poco hasta tomar el brillo de la perla. Sus radiaciones permanecieron durante toda la fase total, invariables, apacibles y serenas, llenando de encanto á quienes las contemplaban.

Las protuberancias se vieron aun á simple vista descansando en el arco cromosférico que repentinamente quedó oculto por el borde de la luna. Eran cinco ó seis de forma arborescente: una de ellas parecía una nube flotante en el anillo coronal in-

terno. Su color nos pareció de coral rosa-oscuro y muy semejante en efecto al de la raya C invertida. Su altura de unos 3', la extensión en arco que comprendían sus bases juntas, de unos 25°. Hacia la mitad de la fase total aún asomaban sus cúspides detrás de la luna y ya estaba apareciendo otra llamarada rectilínea un poco torcida en su extremo y casi diametralmente opuesta á las primeras, por el borde occidental. Esparcidas en éste mismo borde se vieron otras cuantas, aunque de muy poca altura y base. Cerca ya del fin de la totalidad apareció por unos instantes el arco cromosférico opuesto que en breve quedó ahogado en los primeros rayos de luz fotosférica. Es digno de notarse que la luna nos pareció en forma de globo y de color negro brillante, como aterciopelado. Las perlas ó cuentas de Baily, pasada la fase total, fueron muy brillantes y vistosas.

CONTACTOS.—La figura 1 reproduce la posición de los dos astros en Carrión de los Condes durante el eclipse: Q C_2 C_3 es

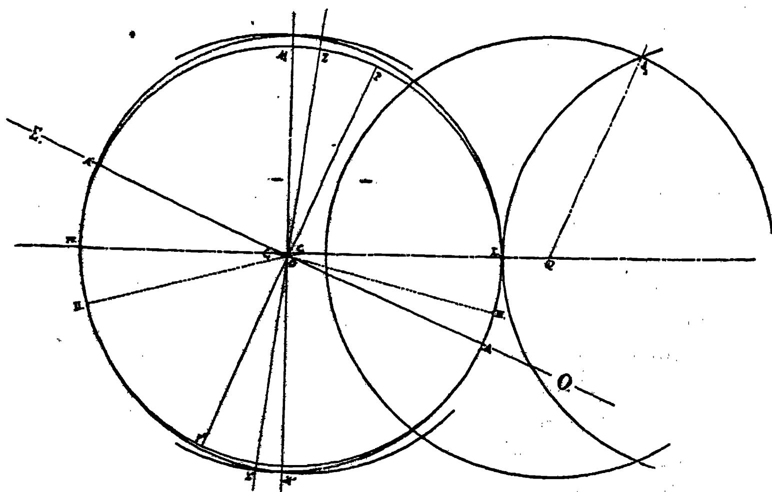


Fig. 1. Los Contactos en Carrión de los Condes.

la línea que indica el camino que siguió el centro de la luna. Zq Q, y PP' son arcos de los círculos de declinación de la luna y del sol, ZZ' el arco del vertical del sol, EO su paralelo. La línea MM' perpendicular á la del movimiento lunar, indica la posición que debían tener los prismas y rendijas de los aparatos espectrográficos para que la dispersión fuese en el mismo sentido que la marcha de la luna. Los puntos I, II, III y IV son respectivamente los de los cuatro contactos cuyos ángulos de posición, calculados también por el P. Stein, son los siguientes:

A. P.	I.	295°	(N. E. S. W.)
»	II	129°	»
»	III	280°	»
»	IV	104°	»

Aunque no nos propusimos observar si estos ángulos que daba el cálculo estaban de acuerdo con los observados, todavía al orientar *aproximadamente* nuestras placas, echamos de ver que en las que se obtuvieron en los momentos del 2° y 3er contacto, coincidían sensiblemente con un error, en el tercero, de unos 2° ó 3°. No queríamos más precisión pues esto nos bastaba para orientar los prismas, etc.

La observación de contactos dejó mucho que desear, como llevamos apuntado, á causa de la poca exactitud que alcanzaron las observaciones de tiempo en aquellos días últimos; por lo cual no damos entero crédito á las horas observadas, tanto más que con extrañeza hemos hallado muy pequeñas las diferencias C-O. Sin embargo, revolviendo nuestros apuntes de observaciones hemos podido aproximar más la corrección del cronómetro Roskell n.° 725. de tpo. med. que fué, según los datos que hallamos registrados en ellos, $+ 6^m 53.6^s$ al principiar el fenómeno. De propósito no hemos introducido en nuestros cálculos el movimiento del cronómetro durante el eclipse. Aunque incierto, no debió pasar de $\pm 2.^s$ He aquí los resultados:

Horas de los Contactos en Carrión de los Condes.

Lat. 42° 19' 41" N.—Long. 0^h 18^m 30.5^s W de Greenwich.—Alt. 901^m

	I.	II.	III.	IV.
Horas del cronómetro Roskell n.° 725, en tpo. civ. med	11^h 20^m 0^s *	12^h 40^m 0.5^s -2^s(?)	12^h $43^m 37.5^s$	14^h 0^m 23^s
Horas **corregidas**, en tpo. civ. med. de Carrión.	11 26 53.6	12 46 54.1	12 50 31.1	14 7 16.6
Horas **corregidas**, en tpo. civ. med. de Greenwich.	11 45 24.1	13 5 24.6	13 9 1.6	14 25 47.1
Horas **calculadas** (Obs.° de Madrid) (1), en tpo. civ. med. de Greenwich.	11 45 9.1	13 5 33.1	13 9 9.1	14 26 9.1
C—O.	$+15.0^s$	-8.5^s	-7.5^s	-22.0^s
Horas **calculadas** (Obs.° del Ebro) (2), en tpo. civ. med. de Greenwich.	11 45 6	13 5 30	13 9 6	14 26 0
C—O.	$+18.1^s$	-5.4^s	-4.4^s	-12.9^s

De la anterior tabla se desprende: 1) que el primer contacto sufrió un atraso respecto de la hora calculada, tanto en la Memoria de Madrid como en las Instrucciones de Tortosa, 2) que los tres contactos siguientes se adelantaron al tiempo calculado, 3) que la diferencia de los errores de ambos cálculos es para los tres primeros contactos próximamente $\mp$ 3.^{s} Últimamente, que la duración de la totalidad sensiblemente coincidió con la calculada por los dos Observatorios; pues si bien la duración observada es mayor en 1^s que la calculada, sin embargo, con

* Incierto.

(1) Observatorio Astronómico de Madrid.— Memoria sobre el Eclipse Total de Sol del día 30 de Agosto de 1905.

(2) Observatorio de Física Cósmica del Ebro, S. J. Instrucciones para la observación del Eclipse Total de Sol del 30 de Agosto de 1905.

la interposición parcial de la nube al terminar la totalidad, la señal dada para indicar su fin, sufrió quizás el retraso de 1ˢ ó 2.ˢ. Por otra parte la voz del segundo «flash», incierto también por las nubes, se dió 3ˢ antes de que el observadar de contac-

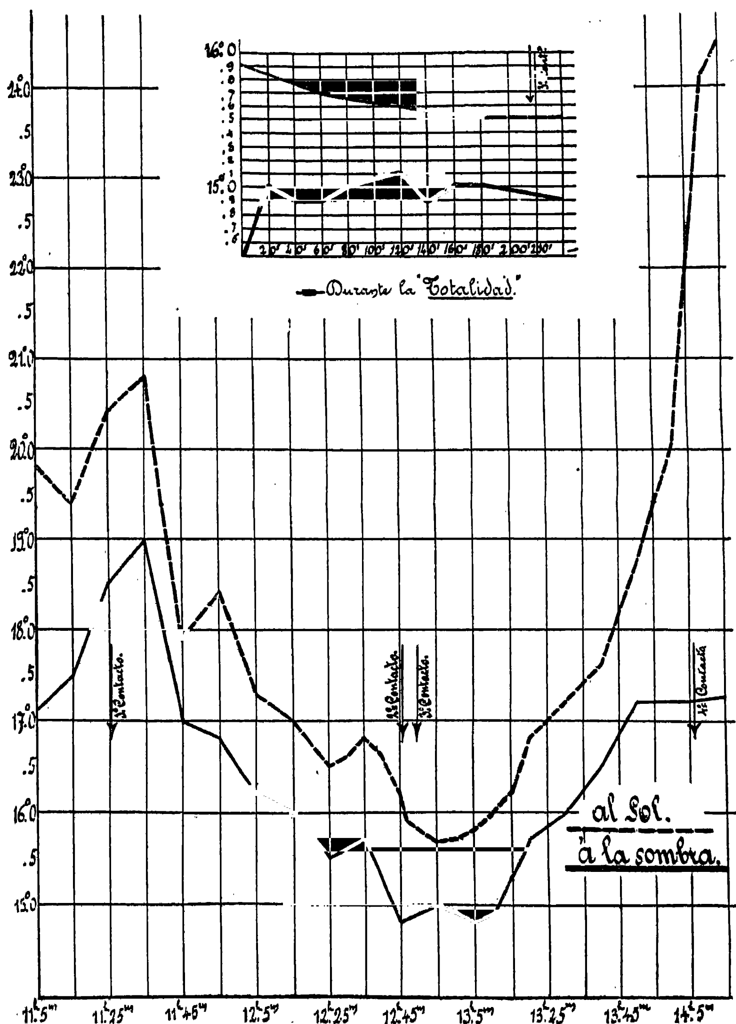


Fig. 2. Curva Termométrica.

tos hiciese su correspondiente señal con la campana, ó sea, que la duración entre los dos espectros relámpagos, fué solamente $3^m 34^s$. Esto nos induce á creer, *en último resultado,* que la duración de la totalidad fué $3^m 35^s$, es decir 1^s menos que la calculada por entrambos Observatorios.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.—TEMPERATURA.—Muy sensible fué la influencia del eclipse en el descenso de temperatura á pesar de que las nubes entoldaron el cielo casi toda la mañana. En la fig. 2 pueden observarse las variaciones casi paralelas de los termómetros á la sombra y al sol.

Adviértese desde luego que en el termómetro expuesto al sol, la máxima *antes de la totalidad* y la mínima distan más que en el termómetro de sombra. La máxima en el primero, (20.8°,) ocurre unos 9^m después de comenzado el eclipse parcial: tiene lugar la mínima, (15.7°), á los 5^m después de la totalidad. El descenso es pues al sol, 5. 1°. El termómetro colocado en la sombra sube también después del comienzo del eclipse hasta tener dentro de él una máxima de 19.0°, á los 9^m, y baja 15^m después de la totalidad hasta 14.7°. El descenso de temperatura á la sombra, durante el eclipse, es de 4.3°. Concluído éste, sube franca y rápidamente el termómetro al sol: el de sombra se mantiene á la misma temperatura. Es de notar que la temperatura más baja que se registró á la sombra desde el 16 de Agosto hasta el 29 inclusive, según puede verse más arriba (1), y á la hora próxima á la de la totalidad, fué el día 25, día de tormenta y lloviznas, 18.0°. En el eclipse baja todavía más. Lo mismo hay que notar acerca de la temperatura al sol, que el día 25, á la misma hora próximamente era 23.0°; mientras que el día 30, pasada la totalidad desciende hasta 15.7°. Hacia la mitad del eclipse se siente frío; para los observadores que se hallaban en la torre muy intenso, tanto quizás como en un día de invierno. Es evidente que á haber estado el cielo completamente despejado, hubiera sido más clara la variación termométrica debida á la ocultación del sol.

ESTADO HIGROMÉTRICO.—Variada es también la curva higrométrica (fig. 3).

---

(1) Página 40.

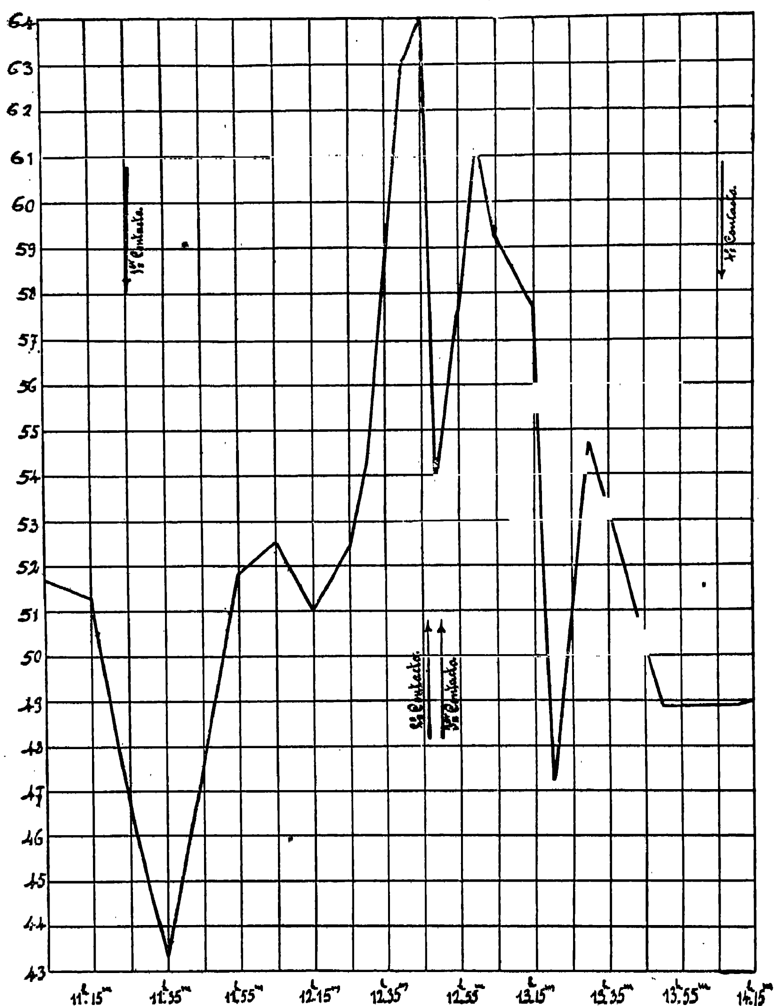


Fig. 3. Curva Higrométrica.

Sigue inversamente por lo general á la termométrica. Poco después de comenzar el eclipse parcial baja á su mínima relativa (durante el fenómeno), y es 43. 4. La máxima se observa 2^{m} antes de la totalidad y alcanza 64. 0.

PRESIÓN BAROMÉTRICA.—Su mínima relativa tiene lugar á las $12^h\ 15^m$ (fig. 4).

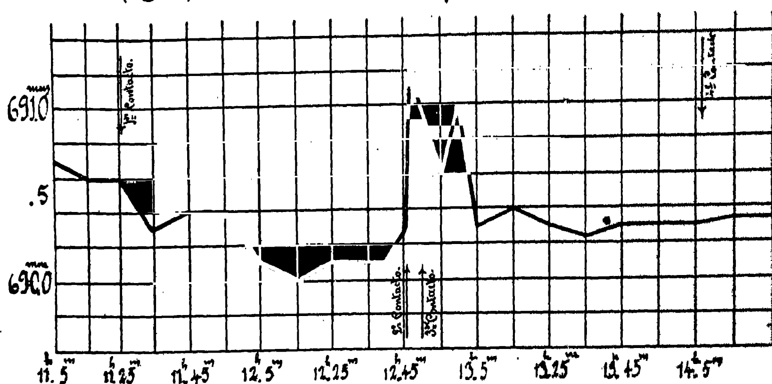


Fig. 4. Curva Barométrica.

Muy notable es la rápida subida que se observa faltando sólo 2^m para la totalidad, y durante ella. Su término es la presión máxima durante el eclipse y alcanza 691.2^{mm}. Rápidamente también desciende pasada la totalidad (690.6^{mm}), para volver á subir á las $13^h\ 0^m$ y bajar de nuevo, conservándose después á la misma altura sensiblemente hasta el fin del eclipse. ¿Ha influído en estas variaciones barométricas el paso de la sombra lunar? Difícil es decidirlo en circunstancias de tiempo tan anormales.

NUBES Y VIENTO. — La clase de las principales nubes que cubrían casi las tres cuartas partes del cielo durante el eclipse, fueron Ci-Cu, Str-Cu; cerca del sol eclipsado y rodeándole ó pasando frente de él, Al-Cu. Algunos Ni se vieron también: terminado el fenómeno celeste produjeron alguna llovizna.

En general coincidieron las direcciones de las altas corrientes atmosféricas con las que influían en la veleta colocada en el campanario. Ésta recorrió lentamente el 4º cuadrante, durante la primera parte del eclipse; en la totalidad apuntó al N; terminada ésta, fijóse invariable en la dirección NNW.

He aquí sus más principales variaciones:

$12^h\ 15^m$....	WNW	$12^h\ 35^m$....	NW
» 20	«	» 40	NNW
» 25	W	» 45	N
» 30	»	» 50	NNW

CAPÍTULO II.

Fotografías de la corona y del paisaje. — Estudio fotográfico de la corona y protuberancias.

Vamos á examinar nuestros resultados fotográficos, deficientes, como es natural, por el mal tiempo. En las placas que se obtuvieron de la corona puede estudiarse con claridad la interior con los pormenores que permiten las distancias focales de los aparatos; de la exterior, fácil es seguir las principales ráfagas hasta radio y medio lunar y aun hasta un diámetro. Todas las placas de la corona y alrededores fueron reveladas con Metol según la siguiente fórmula:

A.	Agua	1000 gr.	B.	Agua	1000 gr.
	Metol	15		Carbonato de sosa. .	150
	Sulfito de sosa. . . .	120		Bromuro	1,5

El baño A se usó muy diluído en agua destilada. Prolongóse la operación del revelado en algunas hasta cerca de media hora y quizás más, con el fin de obtener los más delicados filamentos. En las más aparecen las nubes que cruzaban ante la corona; aunque tenues y segmentadas, bastaron por lo general para impedir la impresión de las partes menos actínicas de la corona exterior.

CORONÓGRAFO I.—(abert. 0.09^m —Dist. foc. 2.20^m) Con él se obtuvieron catorce placas según el mismo orden que de ante-

mano se había trazado, tanto en la duración como en el tiempo de las exposiciones previamente calculadas. Esta exactitud en la ejecución honra al jefe de este aparato, P. Angehrn. La siguiente tabla muestra el orden, clase, exposición y hora de cada placa:

N.º 1	Lumière. Ortocr. ser. B.	inst.	0m 1s de la totalidad.
2	» » » »	»	0m 7s » » »
3	» Azul. Anti-halo	»	0m 16s » » »
4	» » »	5s	0m 22s — 27s » » »
5	» » »	20s	0m 35s — 55s » » »
6	» » »	30s	1m 2s — 32s » » »
7	» » »	30s	1m 39s — 2m 9s » » »
8	» » »	30s	2m 15s — 45s » » »
9	» » »	5s	2m 51s — 56s » » »
10	» Σ	inst.	3m 2s » » »
11	» Ortocr. ser. B.	12s	3m 8s — 20s » » »
12	» » » »	inst.	3m 34s (flash) » » »
13	» Azul. Anti-halo	»	0m 3s después de la »
14	» » »	»	0m 9s » » » »

El *n.º 1* sólo muestra el punto del 2.º contacto y muy débil un arco pequeñísimo con las últimas perlas. De suerte que esta fotografía propiamente no está tomada dentro de la totalidad, sino unas décimas de segundo antes. Los *n.os 2* y *3* no se han podido utilizar.

En el *n.º 4*, lám. X, (1), con gran claridad aparece el hermoso grupo de protuberancias orientales, y dos hacia el S. De la corona sólo se ve la interior. El cuadrante SE es por extremo interesante: obsérvanse en él hasta ocho arranques de la corona que se extienden un tercio de radio lunar, y que lejos

(1) Todos los pormenores que aquí damos se refieren á los *negativos originales;* pues como es bien sabido, imposible es queden fielmente reproducidos en el grabado.

SECCIÓN ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM. XI.

Cor. II.-N.º 3.

Cor. II.-N.º 4.

Cor. II.-N.º 7.

Cor. II.-N.º 2.

Cor. II.-N.º 8.

Cám. I.-N.º 1.

Cám. I.-N.º 2.

Cám. I.-N.º 3.

Fotografía del Paisaje

Fototipia de Hauser y Menet. Madrid

de ser rectilíneos, se encorvan á uno y otro lado, como si partiesen del mismo punto. Uno de estos penachos tiene por base dos protuberancias muy pequeñas y de escasa elevación, hacia el S. Quizás sea el cuadrante que más estudio merezca por su complicada estructura.

El negativo *n.º 5* muestra los mismos grupos de protuberancias un poco menos elevadas sobre el borde lunar, la corona interior más extensa en los cuadrantes SE y SW, y si no nos equivocamos un curioso fenómeno de dislocación de imagen debido á la refracción que se produjo en los rayos de luz coronal que atravesaban por entonces los alto-cúmulos en movimiento.

Véase el grabado, y se observará que el grupo de protuberancias orientales es doble y doble también el anillo interno en que descansan. La dislocación es próximamente en el negativo de 2. 2 ^{mm}. Pues bien, esta doble imagen no parece que haya provenido más que de una de estas causas que desde luego saltan á la vista: 1) ó de alguna ligerísima vibración en el espejo del celóstato que enviaba el haz de rayos á este coronógrafo, amplificada angularmente por la distancia focal del aparato, 2) ó de alguna irregularidad en el movimiento de relojería, 3) ó de alguna sacudida que el observador haya dado á la cámara, 4) ó finalmente de alguna otra causa extrínseca al funcionamiento del aparato, y que radicase en la atmósfera. Examinémoslas brevemente.

1) La vibración del espejo no parece verosímil. Ningún viento soplaba entonces en las capas inferiores de la atmósfera. Todos los observadores estaban enclavados en sus puestos, y nadie en contacto con el celóstato; y en el momento en que está sacada esta fotografía ninguno anduvo de un lugar á otro de modo que hubiese trepidaciones en el suelo. 2) Tampoco es creíble la irregularidad en el movimiento del celóstato, aunque á primera vista así parezca. Y en efecto lo parece, porque precisamente se observa la dislocación en el mismo sentido del movimiento diurno, de donde podría seguirse que hubo algún adelanto ó retraso del reloj, tanto más cuanto que, si bien se examina la placa, las protuberancias han dejado su huella actínica al ir de una posición á otra. Sin embargo, un momento

de reflexión basta para asegurarse de que aquello no se debió á ningún adelanto ó retraso de la relojería; pues si en los 20^s de exposición que tiene esta fotografía hubo un movimiento de 2.2^{mm} en la imagen, al terminar la totalidad ésta se encontraría muy cerca ya del límite del campo, lo cual no se compadece con las imágenes de las demás fotografías, que siempre se encuentran sensiblemente en el mismo sitio de la placa, habida cuenta con el movimiento de la luna. Además, como queda dicho más arriba, toda la mañana se vigiló la marcha del celóstato, y muy poco tuvo que rectificarse la posición de la imagen. Ni es de creer que en aquellos 20^s parase la relojería y de nuevo echase á andar; pues no hubiera habido espacio de tiempo suficiente, dado el valor f/a de este coronógrafo, para impresionarse bien y aun pasarse la exposición en la doble imagen de las protuberancias y para dislocarse tanto el centro de la corona; y si esto hubiera sucedido, la huella que dejaron al cambiar de posición, hubiera quedado impresionada por igual, ó sea que hubieran aparecido trazos rectilíneos igualmente negros en el negativo. 3) La solidez y fijeza que se procuró dar á la cámara para evitar semejantes percances, y la habilidad, precauciones y atención del jefe del aparato, hacen que no demos crédito á que esta dislocación haya sido originada por alguna sacudida al manejar el obturador. Muy brusco debería haber sido en efecto el choque, y la oscilación de la cámara de larga duración, para que de tal modo se impresionase la doble imagen.

Habiendo visto pues que, según creemos probable, ninguna causa instrumental ó de maniobra ha producido este fenómeno, que así nada de extraño tendría, preciso es buscarla en otra parte. Muy obvia nos parece su explicación, si atendemos al estado del cielo en los momentos de la totalidad. Aunque suficientemente despejado para haberse podido obtener algunas fotografías de interés, no cesaban sin embargo de atravesar alto-cúmulos bastante transparentes, cuya dirección en su movimiento no era la misma, aunque el conjunto siguiese un rumbo general. No es pues extraño que, bien sea por el solo movimiento de alguna nube que entonces acertó á pasar, bien por la densidad distinta de sus distintas capas, atravesadas entonces

por los rayos que emitían protuberancias y corona, bien por ambas cosas á la vez, se desviasen los rayos formando un ángulo en función del índice de refracción y aun del movimiento de la nube, con los primeros que habían impresionado ya la placa. Los trazos más débiles de las protuberancias confirman lo del movimiento del medio refringente, y su impresión actínica debe estar en relación con la velocidad de la nube. Esta explicación, más ó menos probable, adquiere más visos de verdadera si se examinan las demás fotografías obtenidas en otros aparatos á la misma hora; puesto que si una causa más universal, ajena á ellos, existió entonces capaz de producir este fenómeno, en las correspondientes placas debió haberse registrado la misma dislocación. Efectivamente el negativo, *también n.º 5,* obtenido en el mismo intervalo de la totalidad, del coronógrafo II montado en la ecuatorial, muestra la mismísima dislocación de la imagen, sobre todo en las protuberancias, en el mismo sentido y con una amplitud, como es obvio, proporcional á la distancia focal del aparato. Sería una rara coincidencia si el fenómeno que tratamos de explicar hubiera sido debido ó á alguna sacudida, ó á irregularidad de la relojería ó en fin á defecto de ejecución, y esto precisamente en el mismo sentido y en los mismos instantes de la fase total. Por lo demás, de labios de persona autorizada y competente hemos oído que este curioso fenómeno ha aparecido en algunos negativos obtenidos en localidades de análogas condiciones de nebulosidad que la nuestra.

El *n.º 6* es el más hermoso negativo que obtuvimos de la corona, y de él sobre todo hemos tomado los más principales datos del estudio fotográfico que luego haremos (1). Muéstrase en él la corona más extensa que en ninguno, y sin perderse en gran parte los detalles de la interior, se prolongan las radiaciones de la exterior particularmente por el N. El mayor de los rayos se encuentra en el cuadrante NW y alcanza á un diáme-

(1) Esta es la única imagen que en la lám. X se halla orientada. Las demás conservan la inclinación que el celóstato da á la imagen en un anteojo horizontal, ó sea que en ellas la línea E W forma un ángulo con el borde inferior de la placa, suponiéndolo horizontal, igual al complemento de la latitud del lugar.

tro lunar, los que más se extienden después de éste no bajan de radio y medio. En el cuadrante SE obsérvanse los mismos penachos encorvados que han impresionado fuertemente la placa: bordan el mismo limbo lunar las mismas protuberancias ya próximas á quedar ocultas. Casi todo el borde occidental está erizado de saetas rectilíneas que se extienden á bastante distancia. Nos choca que las radiaciones australes, que tan extensas han aparecido en las fotografías tomadas en otros lugares, aparezcan en este nuestro negativo muy recortadas, excepto un rayo fino que partiendo del centro más perturbado del cuadrante SE, tuerce su rumbo hacia el SW y quiere seguir paralelo al eje del sol, junto con otro más débil y menos prolongado, perdiéndose por desgracia en el límite del campo de la placa. Muy notable es el descentramiento de la luna proyectada en la corona, puesto que el cuadrante SW aparece menos extenso que los demás. Esta diferencia entre las nuestras y otras fotografías, la atribuímos en éste y los dos inmediatos negativos, no á diferentes posiciones de los distintos lugares de observación, sino sencillamente á que las nubes abundaron más hacia esta región de la corona, impidiendo así la impresión actínica de estas radiaciones.

En el *n.º 7*, reproducido también en la lám. X, se observa, aunque no con tanta claridad, el mismo fenómeno del n.º 5. Las radiaciones en todo idénticas á las del n.º 6 no se extienden tanto, y aunque ambas fotografías tengan la misma exposición, se observa en ésta sobre-expuesto el anillo coronal interno. Lo primero debió suceder por la frecuencia de alto-cúmulos mientras se exponía: lo segundo no lo sabemos explicar.

El *n.º 8* es una fiel reproducción del n.º 6, aunque con las expansiones coronales menos extendidas y más recortadas en sus extremos.

El *n.º 9* por su poca exposición nos dió tan sólo la corona interior con sus más interesantes pormenores. Vense en efecto en el cuadrante SE los mismos arranques de la corona que en la placa n.º 4, delicadamente dibujados y torcidos á una y otra parte. Las dos principales expansiones australes de ancha base, así como los dardos occidentales y el brillante rayo NW obsérvanse iniciados. Esparcidos por todo el borde oriental

aparecen rudimentos de penachos. Muy de notar es que en esta placa, obtenida en el tercer minuto de la totalidad, la cresta de la protuberancia más elevada del grupo oriental aún rebasa el contorno de la luna con la cercana al vértice boreal del sol; de donde se saca que por lo menos más de dos minutos tardaron en desaparecer por su grande elevación las primeras.

Muy poco se obtuvo en el negativo *n.° 10* por falta de exposición. Sólo se ve definida en lo posible y bien impresionada la protuberancia occidental de mayor altura, que á manera de gancho se opone casi diametralmente á las primeras del borde oriental: acompáñala otra un poco más hacia el S, débil y más pequeña: aún se percibe la del N. Los penachos que aquí aparecen iniciados son los del cuadrante NW.

Abunda en pormenores de la corona interior el negativo *n.° 11,* sobre todo en la región occidental que, como es claro, impresionó más la placa por estar ya avanzada la totalidad y próximo á aparecer el arco cromosférico de este lado. Las dos protuberancias de la anterior vense más elevadas sobre el limbo lunar, y un grupito de más modestas dimensiones que aparece en el cuadrante NW. Sigue aún viéndose la del vértice boreal. *Parece* por esta placa que el rayo coronal NW más extenso tiene por asiento el grupo de protuberancias pequeñitas.

La instantánea *n.° 12,* obtenida al vislumbrarse el segundo espectro relámpago, sólo marca el primer chispazo de luz fotosférica y por consiguiente el punto del 3.er contacto. Tanto esta placa como la n.° 1 han servido para la orientación de las demás.

Las placas *n.os 13* y *14,* ambas instantáneas, dejan ver las bellísimas perlas en que apareció dividido el delgado creciente solar. Cuéntanse unas siete ú ocho en el n.° 13 y más aún y mayores en el n.° 14. Su forma, más bien que de cuentas ó perlas, semeja la de agujas quebradas por sus puntas.

Coronógrafo II. (abert. 0.12m Dist. foc. 1.17m).

Doce fotografías se obtuvieron con él durante la totalidad, y antes y después de ella. Extraño nos parece el que tan poca extensión coronal hayan registrado estas placas no obstante el f/a del coronógrafo muy á propósito para obtener las mayores expansiones de la corona. Sorprende más esta anomalía cuan-

do se comparan estas placas con algunas del Coronógrafo I más extensas. á pesar de su escasa abertura. Sólo hallamos alguna explicación en la interposición de las nubes que precisamente por la luminosidad del objetivo, fácilmente borraban á su paso la impresión actínica de la corona exterior. Efectivamente las placas de exposición se hallan veladas y registran las huellas del movimiento de las nubes. El orden, clase, exposición y tiempo de cada placa es como sigue:

N.º 1	Lumière.	Azul.	Anti-halo.	Inst.	0m	19s	antes	de la	totalidad.
2	»	»	»	»	0m	9s	»	»	»
3	»	»	»	»	0m	1s	»	»	»
4	»	»	»	10s	0m	16s —26s	»	»	»
5	Isolar A. G. F. A.		»	27s	0m	38s —1m	5s		»
6	Lumière.	Azul.	Anti-halo.	27s	1m	14s —41s		»	»
7	»	»	»	Inst.	1m	52s		»	»
8	»	»	»	»	2m	35s		»	»
9	»	»	»	79s	2m	15s —3m	34s		»
10	»	»	»		*no se expuso*				
11	»	»	»	Inst.	0m	5s	después	»	»
12	»	»	»	»	1m	16s	»	»	»

El n.º 1 (lám. XI), obtenido 19s antes del comienzo de la totalidad, ó sea al dar la señal «veinte», muestra la reducida falce solar, aún sin perlas, y en parte solarizada en medio de una agrupación de vistosas nubes.

Es por extremo interesante el negativo *n.º 2* obtenido 9s antes del 2.º contacto, y á nuestro juicio, de algún mérito si se examinan sus circunstancias. Vense en efecto, lám. XI, á través de caprichosos alto-cúmulos, que en el grabado no aparecen en toda su belleza, la luna ya próxima á ocultar el disco del sol; aún queda un arco de falce y gruesas perlas, y rodeando el contorno de la luna y *visible ya la corona*. Es decir que ya entonces, fuera de la totalidad, dejó su huella actínica el anillo interno de la corona, y *eso á través* del nublado fondo del cielo.

SECCIÓN ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM. XI

Cor. II.-N.º 3. Cor. II.-N.º 4



Cor. II.-N.º 7. Cor. II.-N.º 2. Cor. II.-N.º



Cám. I.-N.º 1. Cám. I.-N.º 2. Cám. I.-N.º 3.

En el *n.º 3* se advierten los últimos rayos fotosféricos al principiar la totalidad, como otras tantas mordeduras en el disco de la luna. La corona aparece más extensa en los cuadrantes orientales, y sus radiaciones se confunden con un jirón de nubes en el cuadrante NE. Los penachos encorvados del cuadrante SE se advierten con alguna claridad.

La placa *n.º 4* es hermosa y muestra las radiaciones coronales con alguna más extensión. Mucho resaltan en ella las protuberancias orientales que por la difusión fotográfica han producido las correspondientes escotaduras. Las principales expansiones claramente aparecen, sobre todo el rayo encorvado hacia el N que en el cuadrante SE, junto con otros, parte del centro más perturbado. Las dos anchas expansiones del S parecen como divididas por un *rayo oscuro,* y separadas también las que á uno y otro lado del N arrancan en distinta dirección.

El *n.º 5*, á pesar de su larga exposición, que era la calculada para obtener la corona exterior con sus más prolongadas radiaciones, la dió muy poco extensa, velada y además con la dislocación arriba discutida en el n.º 5 del Coronógrafo I. Aquí puede estudiarse el movimiento de las nubes para explicar dicho fenómeno, pues han dejado sus huellas como otras tantas bandas orientadas de W¼ NW á E¼ SE, es decir próximamente en el sentido del movimiento diurno como antes deciamos.

En el *n.º 6* la dislocación es todavía mayor, más extensa la corona, y más claras las huellas de las nubes.

Con finura de detalles muestran las instantáneas *n.º 7* y *n.º 8* la corona interior. En ambas aparecen las crestas de las principales protuberancias.

Se expuso el *n.º 9* con el fin de explorar los alrededores del sol. La larga exposición con cielo nebuloso sólo contribuyó á velar por completo la placa, así que es difícil distinguir alguna que otra estrella de los defectos de la emulsión.

El *n.º 10* no se expuso. Los n.ºs 11 y 12 en que se fotografiaron los hermosos grupos de alto-cúmulos, que tanto impidieron la impresión actínica de la corona, muestran sólo el creciente solar y pueden sólo servir para orientación. Tienen

además el mérito de haber registrado las nubes durante un eclipse total de sol.

Cámaras de campo extenso. Preparadas estas cámaras con el fin de fotografiar las mayores expansiones coronales, y explorar los alrededores del sol, fueron obtenidas solamente cuatro placas en cada una de las tres cámaras con el orden siguiente:

N.º 1	Lumière. Azul. Anti-halo	inst.	$0^m\ 1^s$ de la tot.
» 2	» » »	10^s	$0^m\ 16^s$—26^s
» 3	» Σ »	inst.	$0^m\ 52^s$
» 4	» Azul. Anti-halo	79^s	$2^m\ 15^s$ — $3^m\ 34^s$

De todas estas placas las de la 2.ª y 3.ª cámaras apenas dieron algo utilizable. La 1.ª suministra en sus tres primeros números otras tantas coronas interiores delicadamente dibujadas. El *n.º 3* sobre todo, á pesar de sus pequeñas dimensiones, razón por la cual en el grabado (lám. XI) casi nada parece, registró con gran exactitud y finura todas las bases ó arranques de los rayos coronales, y puede ser de mucha instrucción. Hasta 25 pueden contarse siguiendo el contorno lunar: vese la anchura de cada cual, la dirección de su eje, y aun se podría medir su ángulo de posición. Casi todos los más extensos siguen la dirección radial menos algunos del borde E que se tuercen unos al N y otros hacia el S. No se ha podido identificar ninguna estrella ó planeta porque en casi todas las placas, y sobre todo en el *n.º 4*, influyó el fondo luminoso del cielo nublado.

Fotografía del paisaje. Las fotografías que de diez en diez minutos y á horas simétricas durante el eclipse, se tomaron de la vista que presentaba parte de nuestra instalación, el edificio y el cielo, aunque todas tienen rigurosamente la misma exposición y fueron reveladas en el mismo baño y obtenidas desde el mismo sitio, no podrían suministrar datos para medir la intensidad luminosa del paisaje sino de un modo muy aproximado. Eso á haber estado el cielo completamente despejado, que cubierto en gran parte y con continuas variaciones, apenas pueden dar idea de la caída de luz y gradual iluminación y mucho menos servir para un estudio fotométrico, ó

más bien *actinométrico*. El grabado (lám. XI) es muy deficiente á pesar de que todos los negativos son muy buenos. Hacia el medio de la totalidad se obtuvo en el *n.º 4* la negra sombra del edificio proyectada en las nubes á la sazón iluminadas con sólo la luz de la corona. Del n.º 2 al n.º 3 se nota gran diferencia: en las siguientes á la totalidad la oscuridad es notable y al parecer mayor que antes.

Protuberancias. En casi todas nuestras fotografías aparecieron las principales protuberancias que orlaban el limbo solar en los momentos del eclipse. Sin embargo, sólo hemos aprovechado las del Coronógrafo I para las medidas que damos más abajo. Con la orientación que se obtuvo dejando correr por una placa una estrella que próximamente tenía la declinación del sol la misma noche del eclipse, se procedió á medir el ángulo de posición y la latitud heliográfica de cada una. La altura se midió con el nuevo macro-micrómetro construído por Mr. Hilger y que nos acaba de llegar. El diámetro de la luna en nuestras placas mide 21.22^{mm} próximamente. Dichas medidas son las siguientes:

Cor. I.	A. P.	λ.	Alt.	Borde.
N.º 11	4º	+ 73º	21"	E
» 4	78	+ 33	35	»
» »	84	+ 27	56	»
» »	89	+ 22	92	»
» »	95	+ 16	55	»
» »	101	+ 10	78	»
» »	106	+ 5	79	»
» »	164	— 53	40	»
» 11	260	— 31	40	W
» 9	264	— 27	70	»
» 11	312	+ 21	27	»

La protuberancia A. P. 4º aparece muy clara en los números 8, 9, 10 y 11 del Coronógrafo I, y parece extraño no se haya registrado en otras partes (1). No se ve en efecto entre

(1) Más tarde hemos visto se halla en la tabla completa de protuberancias que publica el P. A. L. Cortie, S. J.—The Total Solar Eclipse of 1905: Report of the Stonyhurst College Expedition to Vinaroz, Spain. (Transact. of the R. Irish Acad. Vol. XXXIII.—Sect. A. Part. I).

las observaciones espectroscópicas que tuvo la amabilidad de enviarnos el Sr. A. Riccò, Director del Observatorio de Catania, y que fueron efectuadas en Catania los días 28, 29, 30, 31 de Agosto y 1 de Septiembre y en Alcalá de Chisvert el día 30. Ni se halla tampoco consignada en la tabla de protuberancias que con dichas observaciones y las verificadas en Roma ha publicado el Sr. Riccò (1). Es poco elevada esta protuberancia y tiene la forma de arco. Quizás fuese una repentina erupción que pronto desapareciese.

El magnífico grupo que en nuestros negativos se extiende desde A. P. 78° hasta A. P. 106° y que impresionó casi todos ellos (lám. XII, núm. 3) se registra en las observaciones de Catania desde el 28 de Agosto hasta el 1.° de Septiembre, y lentamente cambia de forma y magnitud todos estos días. Fué visto ya según afirma Evershed (2) en el borde NW en los días 16 y 17 de Agosto y de nuevo apareció en el mismo borde en la rotación siguiente al eclipse el 13 de Septiembre, aunque ligeramente cambiado. Aparece con muchos pormenores en la magnífica fotografía que con una cámara colosal de 18^m de foco obtuvo la comisión mexicana en Almazán y que debemos á la bondad del Sr. Ing.° D. Felipe Valle, Director del Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya (México). Compárese esta fotografía obtenida con objetivo de tamaña distancia focal con la nuestra que dió nuestro objetivo 2^m. 20 y se verá la diferencia. En la primera (lám. XII, núm. 1) se observa hacia la derecha un arco cromosférico bien definido, de unos 20°, y en él proyectadas algunas montañas lunares: sigue después la última protuberancia de este grupo hacia A. P. 106° con la caprichosa forma de una espiral de vapores. La segunda aparece trifurcada y casi de igual altura que la primera. La tercera es una llamarada de donde salen ligeras nubecillas que se encadenan con la cuarta, la mayor del grupo, la cual es doble y aparece coronada por una nube casi flotante. La quinta y sexta más bajas, parecen formar una sola erupción. En nuestra amplia-

(1) Memorie della Società degli Spettroscop. Italiani.—Vol. XXXV.—Dispensa 7.ª y 8.ª

(2) Total Solar Eclipse of 1905 August 30.—Report of the Eclipse Expedition to Pineda de la Sierra, Spain.

SECCIÓN ASTRONÓMICA
DEL
Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM. XII.

N. 1

N. 2

N. 3

N. 4

Fototipia de Hauser y Menet.-Madrid

N.º 1. Protuberancias orientales (*Objetivo 18 m. d. f.*) COMISIÓN MEXICANA (ALMAZÁN

N.º 2. Corona interior

N.º 3. Protuberancias orientales

ción núm. 3 de la misma lámina XII, donde falta el A. P. 78º de la primera protuberancia, sólo se ve una masa brillante en la cual apenas pueden contarse las seis erupciones del grupo. Claro está que esto es debido á la relativamente corta distancia focal del aparato, y á la demasiada exposición que tiene la fotografía con respecto á las protuberancias.

Tampoco hemos visto consignada en otras observaciones la protuberancia que en nuestro negativo n.º 4 (lám. XII, n.º 3) se descubre hacia A. P. 164.º Aunque pequeña, resulta muy brillante.

Las de A. P. 260º y 264º son muy notables, principalmente la segunda que se registró en casi todas las observaciones, pero con distinta altura, y que parece fué la que más tarde, cuando la totalidad tuvo lugar en Guelma se elevó rápidamente á buena altura.

Á la protuberancia A. P. 312º acompañan otras menores desde cerca de A. P. 309º y aparecen en nuestros negativos tal como se observaron espectroscópicamente este mismo día del eclipse en Roma, de las $11^h 25^m$ á las $11^h 55^m$ (t. m. Gr.), en Catania de 7^h 10^m á 7^h $40.^m$ (1) y en Pineda de la Sierra á las 10^h (2). También se encuentra cerca de A. P. 296º, aunque muy débil y borrosa la que el Sr. Riccò dice haber sido formada por vapores casi sólo de calcio (3).

Corona.—Nuestra corona fotográfica, lám. XIII, aunque no tiene toda la extensión que fuera de desearse, está de acuerdo con lo muchas veces repetido y por todos unánimemente confirmado, á saber, que pertenece al tipo correspondiente al período de máxima actividad del sol. Recorreremos los principales caracteres que presentan su anillo interno y las expansiones y rayos que forman la corona exterior.

El borde oriental desde luego ofrece notables pormenores, principalmente cerca del Ecuador y hacia el 2.º cuadrante. En efecto, unos cuantos grados antes de llegar al punto E co-

(1) Memorie della Società degli Spettroscop. Italiani. Vol XXXV-Dispensa 7.ª y 8.ª.

(2) Total Solar Eclipse of 1905 August 30.—Report of the Eclipse Expedition to Pineda de la Sierra, Spain by J. Evershed, F. R. A. S.

(3) Memorie della Società degli Spettroscop. Italiani. Vol XXXV. Disp. 8.ª

mienza la perturbación coronal que coincide, al menos al parecer, con la enorme masa de protuberancias orientales. Precisamente encima de estas protuberancias y descansando en sus cúspides se observa en nuestros negativos, á pesar de lo modesto de sus dimensiones, sobre todo en los números 4 y 8 del Coronógrafo I, un entrelazamiento de brillantes arcos de materia coronal, que van de unas protuberancias á otras formando á manera de bóveda ó enramada. Debajo de estos arcos hay dos anillos que en el negativo número 4 (Cor. I) aparecen como formados por finísimos cabellos de forma elíptica. El primero, más brillante y más pequeño, se asienta inmediatamente entre las protuberancias A. P. 101° y 106°: sus dos ejes respectivamente son de cerca de 30'' y 40''. El otro anillo mayor y un poco menos brillante, nace de la misma protuberancia que á manera de nube se cierne sobre la cromosfera hacia más allá de A. P. 106°. Es menos elíptico que el primero y sus ejes son próximamente de unos 50''. En el n.° 8 van desapareciendo tras el borde de la luna, pero no han cambiado ni de forma ni de posición tan importantes pormenores. Parecen también descubrirse dos ó tres ojivas de la misma materia coronal formando una especie de arcada sobre el grupo de protuberancias que desde A. P. 306° se extiende hacia A. P. 312.° Muchos otros observadores han encontrado en sus fotografías no sólo en este eclipse, sino también en los anteriores estos arcos, ojivas y anillos que parecen estar en tan estrecha relación con las protuberancias. El P. Cortie, S. J., del Observatorio de Stonyhurst, da muy pormenorizada noticia de este fenómeno, y á propósito de estas cúpulas y anillos se pregunta si serán las protuberancias blancas observadas por Tacchini en 1883 y 1886 (1). Hablan de ellos, entre otros muchos, el Sr. Íñiguez en la relación preliminar de este eclipse (2) y Sir William Christie (3). El Sr. Riccò preparado en este eclipse á confirmar la observación de Tacchini, habla de estos

(1) Report of the Stonyhurst College Expedition to Vinaroz, Spain, etc.

(2) Eclipse Total de Sol de 30 de Agosto de 1905. Reseña de los trabajos efectuados para su observación. (Direcc. Gral. del Inst. Geogr. y Estadíst.)

(3) Reports of the Total Solar Eclipse, 1905, August 30. (From Proceedings of the R. Soc., Vol. 77).

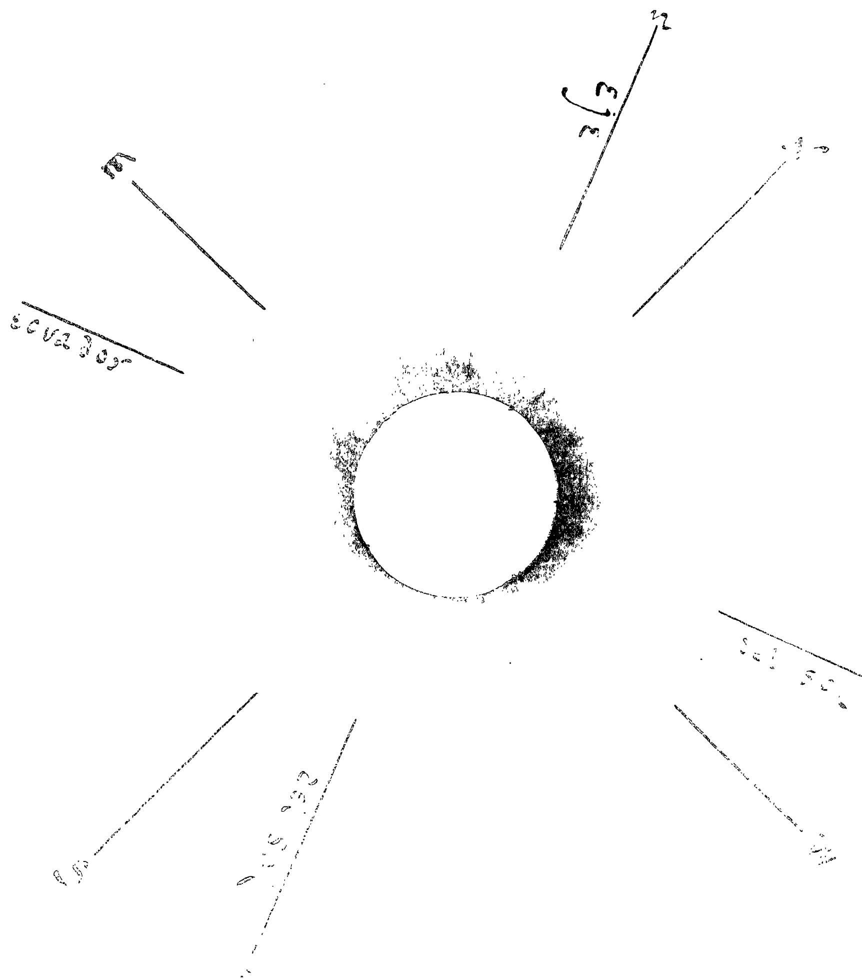
SECCIÓN ASTRONÓMICA

DEL

Observatorio de Cartuja (Granada)

ECLIPSE DE 1905

LÁM. XIII.



arcos inmediatos á las protuberancias y con ellas relacionados, y los clasifica como una subdivisión de dichas protuberancias blancas (1).

Dijimos ya que en algunas de nuestras placas pueden contarse con bastante exactitud los principales arranques de los penachos coronales. Son más de 25, al menos los de mayor base, y todos están repartidos por todo el limbo, exceptuando tres sitios en que las radiaciones parecen entreabrirse hasta cerca del borde, á saber: hacia el N, el SE, y el S. Tres penachos de forma cónica se extienden por la parte boreal del limbo, el primero, que es el mayor en todas nuestras fotografías, se separa de la línea NS inclinándose hacia el W, el segundo, que es más bien el conjunto de cuatro ó cinco expansiones, se dirige con notable simetría casi en el sentido del eje solar, el tercero nace cerca del ecuador y muy próximo al sitio perturbado y tuerce su rumbo hacia el N continuándose casi tangencialmente. Acompaña á este último penacho una estrecha hendidura ó *rayo oscuro*, efecto quizá solo de contraste. Hacia A. P. 90° un conjunto de tres ó cuatro rayos cuyos ejes coinciden justamente con los de las primeras protuberancias del grupo oriental y que todos parecen provenir de una sola expansión, se abren á modo de palmera: por su forma y posición es probable se relacionen con el sitio más notable de esta corona. La parte boreal que cae al occidente no ofrece especial interés, y en casi todo este borde occidental sólo se observan expansiones y saetas radiales, finas y brillantes muchas de ellas particularmente hacia A. P. 270.°

La mitad austral de la corona merece detenido estudio. Dos caracteres principales descuellan desde luego en esta parte: las dos expansiones cónicas de ancha base, de las cuales la oriental se adelgaza hasta tomar la forma de saeta á unos 12′ del borde y el conjunto de plumas hacia A. P. 131° que recuerda á las polares propias del tipo de mínimum. El primer fenómeno da margen á creer que la corona no pertenece *rigurosamente* al tipo de la fase máxima, puesto que estos dos penachos australes, al separarse formando un ángulo de cerca de 20°,

(1) Memorie della Soc. degli Spettroscop. Italiani Vol. XXXV. Disp. 9.ª

dejan un espacio oscuro ó menos denso ocupado por unas como plumas menores, una de las cuales se adelanta unos 10' precisamente en la dirección del eje del sol. Esto es, que nos encontramos con que una de las hendiduras típicas ocupadas por las plumas polares, comienza á iniciarse en nuestras fotografías. Pudiera ser pues que habiendo pasado la época del máximum ocurrido á principios del año 1905, unos siete meses antes del eclipse, comenzasen á formarse ya las características hendiduras polares. Confirma esto mismo M. Hansky, célebre coronografista del Observatorio de Pulkova (Rusia), que también halla en sus observaciones fotográficas la misma escotadura polar y la atribuye á esta causa (1). El Sr. Comas Solá observa el principio de este fenómeno en el polo norte de su coronografía, y opina que en las épocas de máxima actividad, como en este año de 1905, aún subsiste un rudimento de la forma típica de mínima (2).

El segundo carácter de esta región austral, y que á nuestro juicio más poderosamente llama la atención del que observa las fotografías de esta corona, aquellas sobre todo en que por su poca extensión no han quedado ahogados en exceso de luz coronal los delicados pormenores del cuadrante SE, es la perturbación interesante de que hemos hecho frecuente mención.

Efectivamente, entre el grupo mayor de protuberancias orientales y la situada hacia A. P. 164°, ó sea próximamente hacia A. P. 131°, se eleva un conjunto de plumas. Las que arrancan del centro del grupo avanzan rectilíneas ó se inclinan ligeramente á uno y otro lado. Las que, por decirlo así, son exteriores se inclinan rápidamente al N y al S, como si una fuerza repulsiva las alejase más y más á medida que se apartan del sol. La última pluma que cae hacia el E, más densa y más brillante que las otras, casi se convierte en macizo penacho y se bifurca en dos filametos: de la que tiende al S nace uno de los dos rayos australes. Este rasgo inesperado de la corona nos re-

(1) Mitteilungen der Nikolai-Hauptsternwarte zu Pulkowo. Band I-1906-N.° 10.

(2) El Eclipse Total de Sol del 30 de Agosto de 1905 por el Académico D. José Comas Solá. (Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. 2ª época, vol. V, número 24).

cuerda la de 1893 que fotografiaron Schaeberle en Chile (1) y Deslandres en el Senegal (2). También en ella aparece, y no en los polos, este conjunto de plumas y penachos que se tuercen á uno y otro lado, é indican el sitio de alguna fuerza perturbadora y la dirección en que obra. ¿Qué causa podría asignarse á este fenómeno si es que esta causa por otras observaciones también cae á nuestro alcance? Ciertamente que al leer lo que el P. Cortie afirma en «The Observatory» (3) primero, en la Memoria de este eclipse de la expedición de Stonyhurst después (4) y en el «Astrophysical Journal» (5) por último, sobre la íntima relación que parecen tener los centros de perturbación fotosférica con los de la corona, nos confirmamos en lo que antes empezábamos á sospechar al comparar las observaciones solares practicadas en este Observatorio de Cartuja con nuestras fotografías de la corona. Nuestra Estadística Solar, empezada cabalmente á principios de 1905, registra grandes perturbaciones en las latitudes australes sobre todo en los meses de Enero, Febrero, Marzo y Julio; y en el mes de Agosto y precisamente en el día del eclipse hallamos en sus columnas (6) que la mancha M, la más extensa que entonces había, á las 9^h (tpo. med. Gr.) se hallaba alejada del borde unos 50° en longitud y correspondía á la *latitud* —22°, paralelo muy próximo á la área de estas grandes perturbaciones. Esta misma latitud próximamente encontramos en nuestras fotografías de la corona para el centro perturbado. Además, como nota el P. Cortie, en el hemisferio invisible y en los mismos paralelos poco más ó menos, se encontraba el día del eclipse la otra área de perturbación donde tuvo origen y se desarrolló la gran mancha de Febrero, la mayor observada en 30 años, apartada entonces del borde oriental

(1) Contributions from the Lick Observatory n.° 4.—Report of the Total Eclipse of the Sun, observed at Mina Bronces, Chile, on April 16, 1893.

(2) Observations de l' Éclipse Totale du Soleil du 16 Avril 1893... par M. H. Deslandres, chef de mission.

(3) N.° 372.—July, 1906.

(4) Report of the Stonyhurst College Expedition to Vinaroz, Spain, etc.

(5) XXIV. 5.

(6) Boletín del Observatorio Astr. Geod. y Meteor. de Cartuja (Granada). Agosto, 1905.

unos 51° en longitud. Pues bien, aunque las fotografías aprecien en sólo dos dimensiones estos penachos y plumas encorvadas, fácil es concebir que nacen, se extienden y entrecruzan en las tres dimensiones, y que por lo tanto bien pudo influir en su *forma irregular* uno de los dos centros de perturbación, (el del grupo enorme de Febrero, ó el de la mancha observada el día del eclipse que muy cerca estaba de la otra área de perturbación donde brotó la mancha, visible á simple vista, del mes de Julio). Quizás parezca más verosímil que ambos centros, aunque no se encontrasen precisamente en el borde del sol, hayan ejercido su influencia en esta región de la corona; puesto que partiendo esos penachos, repelidos en distintas direcciones por ley desconocida, desde los centros de perturbación de uno y otro hemisferio, dadas las gigantescas dimensiones de los filamentos coronales, por la razón de perspectiva ya indicada, se verían, como se ven en efecto, formando un conjunto de plumas, cuyo *eje aparente* situado en latitud intermedia partiese del limbo de la luna en el plano de la fotografía. No es nuestro ánimo confirmar este aserto repitiendo el hermoso y completo estudio que á este propósito, y valiéndose de las observaciones foto-heliográficas de Greenwich y de los dibujos de Stonyhurst hace el ilustre observador. Remitimos al lector á tan importante trabajo, y sólo confirmamos con las nuestras sus valiosas observaciones de la corona por él fotografiada en grande escala, durante este mismo eclipse, en Vinaroz.

En resumen, la corona observada tiene la forma de una estrella con cinco radiaciones principales casi en dirección normal al borde, dos de las cuales inician la hendidura del polo austral; y mientras el borde oeste ofrece multitud de brillantes dardos radiales, el oriental por sus plumas semejantes á las polares del tipo de mínima, por su gran expansión tangencial y por otros curiosos pormenores ligados con las protuberancias, presenta notables caracteres dignos de atención y estudio comparativo. Tal aparece en nuestras fotografías la corona solar de 1905.

Capítulo III.

Espectrografía.—Medidas del espectrograma n.º 5 obtenido con el espectrógrafo.

Si siempre ha sido difícil y aventurado el obtener fotografías espectrales durante los eclipses, aun con cielo limpio y sereno, sobre todo disponiendo de aparatos construídos con piezas ópticas menos á propósito de lo que se requieren para tan delicadas observaciones, esta dificultad é incertidumbre subió de punto con las condiciones atmosféricas en que nos hallamos el día del eclipse. Que las observaciones espectrográficas sean de suyo difíciles y aventuradas, se confirma grandemente con la experiencia; muchos hábiles observadores en efecto, apenas pueden utilizar después sus placas obtenidas en los fugitivos instantes de un fenómeno sujeto al capricho de tantas circunstancias que hacen incierto el éxito. No es de extrañar pues que nuestros resultados espectrográficos no sean sino un *ensayo;* antes nos admira lo que en tales condiciones y circunstancias hemos podido obtener.

Tres cámaras prismáticas (una con objetivo y prisma de cuarzo) y un espectrógrafo de tres prismas, como dejamos dicho en la primera parte, eran los aparatos destinados á la fotografía espectral. El orden, clase de placa, tiempo y exposición fué poco más ó menos igual en las cámaras prismáticas.

Empleáronse placas 13×18 Lumière Ortocromáticas Ser. A, Isocromáticas Edwards' Snap-Shot, y Ortocromáticas Isolar A. G. F. A., todas provistas de anti-halo. En la cámara prismática de prisma y objetivo de cuarzo, se expusieron dos placas Lumière Σ.

CÁMARA PRISMÁTICA (0ᵐ. 52 d. f.).—En esta cámara se empezaron las exposiciones antes del tiempo señalado para obtener según se ha dicho, el espectro de la falce solar; ya que en vista de lo nublado del cielo desconfiábamos de poder llevar á cabo nuestro programa. En las seis primeras exposiciones registradas en la 1.ª placa, se observan, aunque poco definidas, las oscuras falces fraünhoferianas. Del espectro «relámpago» y cromosférico nada se obtuvo en las siguientes. En cambio en la 10.ª exposición de 89ˢ, correspondiente á una de la 2ª placa, encontramos bien impreso el espectro de la corona.

Este espectro es enteramente continuo y consiste en dos zonas luminosas separadas por una banda oscura correspondiente á la imagen de la luna. Las dos zonas luminosas pertenecen á los dos espectros coronales de los cuadrantes SW y NE. Obsérvase desde luego que el espectro continuo es mucho más intenso en el cuadrante NE que en el SW, ó sea que la materia coronal que emite el espectro continuo era más densa y más brillante en esta región. ¿Estará relacionado este fenómeno con la perturbación oriental de la corona que señalamos en el capítulo anterior? Llamamos la atención sobre este particular, porque nos parece que si se confirma esta observación, puede ser de algún interés para la teoría sobre la constitución de la corona. Asimismo la intensidad es mayor, en ambas zonas, en el extremo rojo más refrangible y en el verde y parte del azul, todo lo cual está de acuerdo con la distribución de las radiaciones coronales. No se descubre ni el anillo λ 5303, ni otros anillos correspondientes á las otras rayas coronales; ni era posible obtenerlos siendo tan escasa la luminosidad del aparato.

Las siguientes exposiciones á ésta sólo velaron la débil banda espectral: eran demasiado luminosas las nubes que sin cesar pasaban, sobre todo al fin de la totalidad, frente al sol eclipsado, y por lo tanto era imposible quedasen impresionados los arcos

cromosféricos y las imágenes de las protuberancias correspondientes á las distintas longitudes de onda.

Cámara Prismática (1^{m}. 23 d. f.) Lo reducido de su abertura con relación á su distancia focal sin duda la hizo tan poco luminosa que casi nada se registró en ella. Esto puede ser provechoso é instructivo para lo porvenir. En esta y aun en la anterior cámara que por tener un prisma compuesto, de visión directa, la hacía también poco luminosa, experimentamos la dificultad de obtener espectros con instantáneas, é instantáneas habían de ser las fotografías de espectros tan fugaces como los de las distintas capas cromosféricas que nos proponíamos observar. Es pues preciso para que una cámara prismática funcione con regularidad, que el prisma ó prismas tengan suficientes dimensiones para cubrir convenientemente el objetivo, de modo que no haya que diafragmar á éste: de lo contrario es imposible que dé buenos resultados, no sólo durante un eclipse sino aun tratándose de fotografiar espectros de estrellas, (que son los dos usos de la cámara prismática), como lo experimentamos según vimos en el Capítulo II de la Primera Parte, al hablar de los trabajos preliminares.

Cámara Prismática con objetivo y prisma de cuarzo (0.^{m}70 d. f.).—En esta cámara se había colocado el prisma de 60° de tal manera que sólo impresionase la placa el rayo ordinario quedando fuera el extraordinario y sólo desde λ 430 hacia el ultra-violado. Poca era su dispersión y no nos prometíamos con este aparato grandes resultados: sólo tratábamos de hacer un ligero ensayo. Hubo de desenfocarse antes del eclipse, pues en casi todas las placas que en esta cámara se expusieron aparece la banda espectral en forma de aguja en el extremo menos refrangible y muy ancha hacia la región ultra-violada. En la 2.ª exposición de la 3.ª placa vense, fuera de foco, los dos arcos cromosféricos H y K bordados con las protuberancias y una sucesión de puntos muy borrosos desde antes de λ 397 y después de λ 393 hasta perderse en el extremo refrangible, correspondientes al espectro de estas protuberancias. No ha sido posible tratar de hacer algunas medidas útiles en esta placa.

Espectrógrafo, con tres prismas de flint de 60°. — Este fué el aparato espectrográfico que mejores resultados dió, á pesar

de no haber sido el de más fácil manejo. Con él se hicieron 12 exposiciones en dos placas 18 × 24 Lumière Ortocr. ser. A. (anti-halo), que fueron en este orden:

Antes de la totalidad.	N.º 1	Durante	1^m	
	2	»	3^m	
	3	»	1^m	
	4	»	1^m	
Al 1.er «relámpago»	5	Instantánea.		
En la totalidad	6	»	«	Á los 15^s
	7	Durante	$2^m\ 33^s$	Desde $0^m\ 38^s$ hasta $3^m\ 11^s$
	8	Instantánea.		Á los $3^m\ 17^s$
Al 2.º «relámpago»	9	»	»	
Después de la totalidad.	10	»	»	
	11	»	»	
	12	»	»	

Las cuatro primeras exposiciones se hicieron parte con luz difusa y parte con la imagen de la falce solar en la rendija para obtener el espectro normal de comparación. En todas ellas aparecen bastante bien definidas las rayas de Fraünhofer. La 6.ª, 7.ª, 8.ª y 9.ª obtenidas durante y al terminar la totalidad sólo dieron espectros debilísimos y además muy velados, que no pueden descifrarse. La 10.ª, 11.ª y 12.ª exposiciones, hechas inmediatamente después de la totalidad para obtener casi en igualdad de temperatura el espectro normal, no dieron resultado por las nubes.

Quedamos en gran parte resarcidos por la exposición n.º 5 que efectuada en la 1.ª placa precisamente correspondía al primer espectro «relámpago». Es indudable que, bien sea por la turbación de aquellos momentos en el que manejaba el obturador (lo cual hizo que adelantase la exposición y la hiciese más larga y no instantánea), bien porque la señal dada se haya anticipado más de lo conveniente, lo cierto es que todavía quedaba la luz fotosférica de las perlas que produjo su espectro y el de la luz difusa de la rendija. La banda espectral se compone en efecto de una faja correspondiente al espectro de las perlas, más intenso en los sitios en que debieron brillar éstas, y engastada en ella y casi ocupando la parte céntrica, la zona, *toda de rayas brillantes,* del espectro discontinuo que corresponde

al de los gases del estrato inversor. El espectro de la luz difusa fotosférica, débil y con las rayas fraünhoferianas ya poco visibles, llena por completo de uno y otro lado la parte vacía de la rendija. Como cuando se hizo esta exposición se había procurado con gran diligencia mantener la región del 2.° contacto en la rendija, fácilmente se concibe que si ésta coincidió con alguna depresión de la luna, ó se quebraron las perlas más en este sitio, brilló allí con todo esplendor el espectro «relámpago» é impresionaron la placa sus brillantes rayas, no obstante el espectro de las perlas. Porque efectivamente, aunque está desenfocado el espectro, las rayas brillantes, únicas que forman esta zona, son fuertes y bien visibles.

MEDIDAS DEL ESPECTRO. Se han obtenido algunas fotocopias en cristal para el estudio de este espectro, y de ellas se ha medido una en que desaparece el ligero velo del espectro de rayas brillantes, así como el mismo negativo original. Como por fortuna se encuentra inmediato el espectro normal, fué fácil escoger 12 líneas de referencia, dos de las cuales se desecharon por dudosas, pues daban resultados discordantes. Todas estas líneas se hallan convenientemente repartidas á lo largo del espectro que se extiende ya bien claro, especialmente en el cliché original, desde un poco más allá de Hβ hasta Hγ. Señaladas las líneas de referencia, se midió tres veces en el macromicrómetro construído por Mr. Hilger de Londres, el cual aparato está provisto de dos tornillos micrométricos perpendiculares entre sí. La carrera de ambos es de 152^{mm}, y su paso de 1^{mm}. Los tambores son de 11^{cm} de diámetro y están divididos en 100 partes cada uno, de suerte que directamente se puede apreciar ·01^{mm}, y pues las centésimas partes son suficientemente grandes, fácilmente se aprecia por estima ·001.^{mm} Aunque al hacer las tres medidas con el 2° tornillo, íbamos anotando las lecturas en milésimas, no las hemos tenido en cuenta al hacer las reducciones, pues el error debido á la falta de foco es mucho mayor. En las tres medidas siempre resultó el mismo número de líneas y casi los mismos valores. La longitud de este espectro de rayas brillantes es de 73.41^{mm} desde λ 4871 hasta λ 4102. Algunas de las rayas se calcularon por una simple interpolación lineal. Otras, valiéndonos de la

fórmula de Hartmann, y todas por último se dedujeron de una sencilla construcción gráfica en la cual el eje de las abscisas se graduó con las medidas micrométricas y el de las ordenadas con la longitud de onda correspondiente á las líneas de referencia. No era fácil obtener más precisión en las medidas de un espectro de poca dispersión y fuera de foco. En vez de dar la fotografía de este espectro, cuya exacta reproducción dejaría mucho que desear, nos contentamos con presentar en la fig. 5 la curva de donde dedujimos las longitudes de onda que damos más abajo.

La tabla que sigue contiene en la 1.ª columna el n.º de orden y la designación de las principales rayas de Fraünhofer: las de referencia van marcadas con tipos más gruesos. En la 2.ª columna damos la longitud de onda que hemos hallado para cada línea poniendo las unidades Ångström en la primera cifra de la fracción. Sigue en la 3.ª columna la intensidad preliminar ó muy aproximada, pues son bien sabidas las dificultades de apreciarla con exactitud y lo arbitrario de su medida aun en expertos observadores. La escala que adoptamos es de 0.5 á 10, dándose este último valor á la línea más visible y brillante. La 4.ª columna da los valores clásicos de las «Standard Wave-Lengths» de Rowland. La 5.ª, los elementos químicos correspondientes. Para establecer comparación con nuestras medidas ponemos también en la 6.ª, 7.ª y 8.ª los valores de longitudes de onda del espectro «relámpago» obtenidos por sus célebres observadores Evershed (1), Mitchell (2) y el japonés Hirayama (3).

(1) Solar Eclipse of 1900, May 28.—General Discussion of Spectroscopic Results. (Memoirs of the R. A. S. Appendix V to Vol. LIV).

(2) Total Solar Eclipses 1900-1901. (Publications of the U. S. Naval Observatory.—Second Series. Vol. IV Appendix I).

(3) Report on the Total Eclipse of the Sun observed at Padang, Sumatra on May 18, 1901. (Annales de l'Observatoire Astronomique de Tokyo).

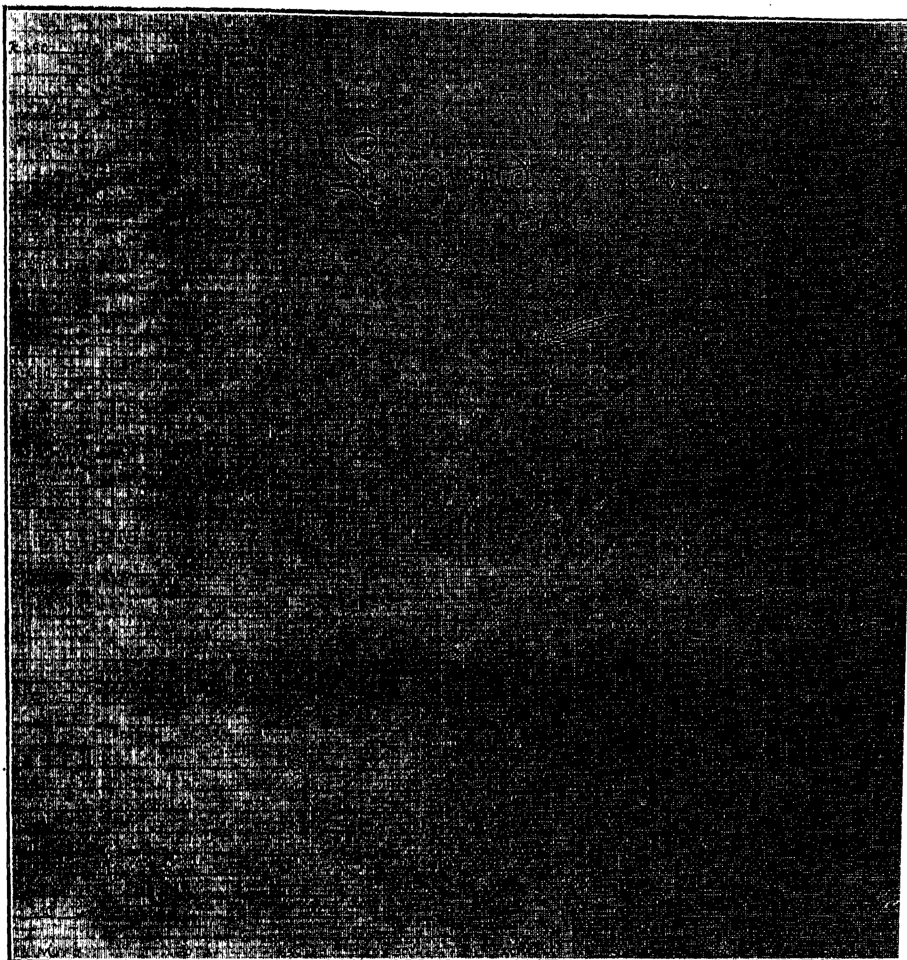
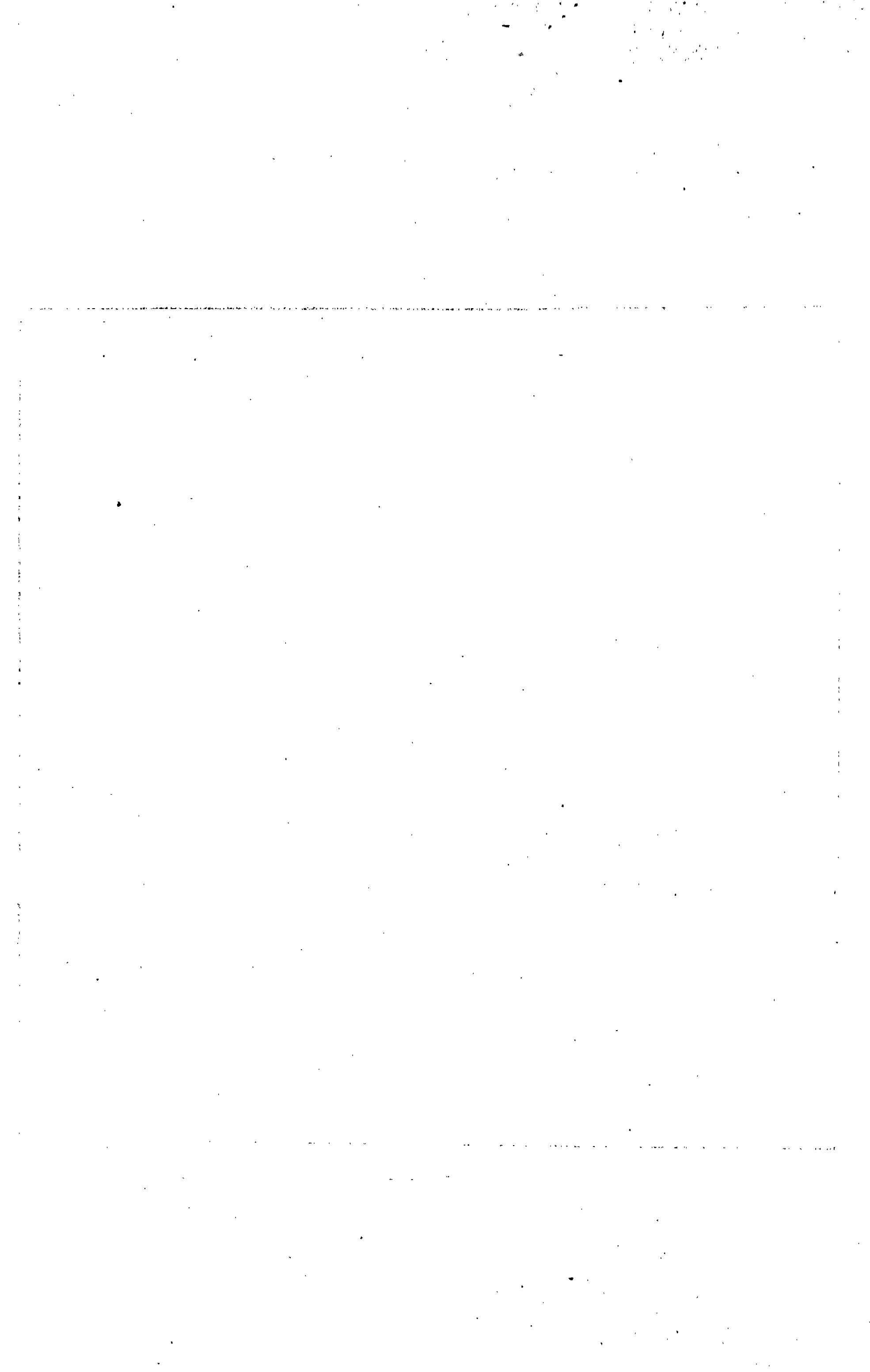


Figura 5.



Espectro obtenido en el Eclipse de 30 de Agosto de 1905

EN CARRIÓN DE LOS CONDES.

N.º	Longitud de onda observada.	Aproximada Intensidad.	Rowland.	Elemento.	Evershed.	Mitchell.	Hirayama.
1 (h)	410.2	8	4102.0	Hδ	4102.0	4102.0	4102.0
2	410.8	0.5	4107.6	Ce, Fe, Zn	4107.9	4107.7	4107.7
3	410.9	0.5	Grupo	Fe, V	4109.6	4109.5	4109.9
4	412.0	1	(4120.9)(1)	He	—	4120.6	4121.1
5	412.4	1	4123.4	La	—	4123.2	4123.4
6	412.8	1	4127.8	Fe	4127.8	4127.7	4127.7
7	413.4	2	Triple	Fe	4134.5	4134.8	4135.0
8	413.8	1	4137.2	Fe	4137.4	4137.3	—
9	414.4	7	(4143.9)(1)	Fe	4143.9	4144.0	4144.0
10	415.8	0.5	4157.9	Fe	—	4157.7	—
11	416.0?	0.5	—	—	—	—	—
12	416.2	1	4161.7	Ti, Sr	—	4161.7	4161.8
13	417.1	2	Triple	Fe	—	4171.6	—
14	417.6	3	4175.8	Fe	4175.7	4175.8	—
15	418.2	2	4181.9	Fe	4181.8	4181.8	—
16	418.7	3	4187.2	Fe	4187.5	4187.2	—
17	419.1	4	4191.6	Fe	4191.5	4191.7	4191.8
18	419.4	1	—	—	—	4194.0	—
19	419.9	1	4198.8	Fe	4198.9	4198.6	—
20	420.2	2	4202.2	Fe	4202.2	4202.2	4202.3
21	420.6	1	4206.9	Fe	4206.9	4206.8	—
22	420.8	1	—	—	—	4207.7	—
23	421.3	2	4213.8	Fe	4213.6	4213.7	—
24	421.8	4	4217.7	La, Fe-Cr	4217.6	4217.8	—
25 (g)	422.7	6	4226.9	Ca	4227.0	4226.9	4226.8
26	423.6	0.5	4236.1	Fe	4236.0	4235.8	4236.1
27	423.9	1	4239.9	Fe, Mn	—	4239.9	4239.2
28	424.8	0.5	—	—	—	4248.7	—
29	425.5	5	4254.5	Cr	4254.5	4254.4	4254.6
30	426.0	4	4260.6	Fe	4260.5	4260.6	4260.8
31	426.8	6	4268.0	Fe	4267.8	4267.8	—
32	427.9	3	4279.9	—	—	4279.8	—
33	428.2	1	4282.6	Fe	4282.8	4282.6	4282.7
34	428.7	0.5	4288.0	Ti	4288.1	4287.8	—
35	428.8	1					
36	429.5	1	4294.2 / 4294.3	Ti / Fe	4294.4	4294.2	4294.4
37	429.8	4	4298.8	Ti	—	4298.9	—
38 (G)	430.8	7	4307.9 / 4308.1	Ca / Fe	4308.1	4307.9	4308.2
39	431.8	8	4318.8	Ca, Mn?	4319.0	4318.9	—
40	433.0	7	4330.9	Ti, Ni	4330.8	4330.9	—

(1) Runge y Paschen.

N.°	Longitud de onda observada.	Aproximada Intensidad.	Rowland.	Elemento.	Evershed.	Mitchell.	Hirayama.
41	434.1	7	4340.6	Hγ	4340.5	4340.6	4340.5
42	435.4	5	—	—	4354.8	4354.4	—
43	436.1	1	4360.6	Ti	—	4360.6	—
44	437.0	2	4369.9	Fe	4369.9	4369.9	—
45	437.6	3	4376.1	Fe	—	4376.2	—
46	438.4	10	4383.7	Fe	4383.7	4383.7	4383.8
47	439.1	0.5	4391.1 4391.2	Fe Ti	4391.1	4391.0	4390.9
48	439.6?	0.5	—	—	—	—	—
49	440.1	1	4400.3 4400.6	Zr Sc	4400.2	4400.6	4400.3
50 51	440.5 440.6	1 1	4404.9	Fe	4404.8	4404.8	4404.9
52	440.9	0.5	4408.6	V	4409.3	4408.8	—
53	441.5	7	4415.3	Fe	4415.5	4415.3	—
54	442.2	0.5	4422.7	Fe, Y	4422.5	4422.9	—
55	442.8	0.5	4427.5	Fe	4427.5	4427.7	—
56	443.4	0.5	—	—	4433.8	—	—
57	443.7	1	4436.5	Mn	—	4436.5	—
58	444.4	3	4444.0	Ti	4444.0	4444.0	4443.8
59	445.8	2	4457.6 4457.7	Ti Mn	—	4457.8	—
60	446.4	0.5	4464.6 4464.8	Ti? Mn	4464.6	4464.7	—
61	447.2	1	(4471.6)(1)	He	4471.7	4471.6	4471.6
62	448.2	2	4482.4	Fe	4482.4	4482.3	4482.7
63*	454.9*	0.5	4549.8	Ti-Co	4549.8	4549.9	4549.5
64	455.4	0.5	4554.2	Ba	4554.3	4554.2	4554.0
65	456.4	1	4563.9	Ti	4564.0	4563.8	4563.8
66	456.9?	1	—	—	—	—	—
67	458.0	3d?	4580.2	Cr	4580.1	4580.2	4580.4
68	459.0	0.5	4590.1	Ti	4589.7	4590.1	—
69	460.4?	0.5	—	—	—	—	—
70	461.2	0.5	4611.4 4611.5	Cr Fe	—	4611.3	—
71	463.5?	0.5	—	—	—	—	—
72	464.5	2	4646.3	Cr	4645.5	4646.3	—
73	465.3	2?	—	—	—	—	—
74	466.6	3	4666.4 4666.7	Cr Cr	4666.5	—	—
75	468.0	2	4679.0	Fe	Espt. cont.	4678.9	—
76	469.2	1	4691.6	Fe	—	4691.6	—

(1) Runge y Paschen.
* Difícil de medir.

N.º	Longitud de onda observada.	Aproximada intensidad.	Rowland.	Elemento.	Evershed.	Mitchell.	Hirayama.
77	470.4	1	Grupo	—	—	4704.4	—
78	471.5	1	4714.6	Ni	—	4714.7	—
79	473.2	2	4731.7	Fe?	—	4731.6	—
80	474.0	1	—	—	—	4740.9	—
81	476.9	1	4768.5 4768.6	— Fe	—	4768.5	—
82	479.1	2	—	—	4791.8	—	—
83	481.0	1	4810.7	Zn	4809.6	4810.9	—
84	482.6	2?	—	—	—	—	—
85	483.2?	0.5	—	—	—	—	—
86	483.8	2?	—	—	—	—	—
87	484.8	0.5	4848.4	Cr	4848.6	4848.4	—
88	485.4?	0.5	—	—	—	—	—
89 (F)	486.1	7	4861.5	$H\beta$	4861.6	4861.5	—
90	487.1	1	4871.5	Fe	4871.5	4871.2	—
91	488.4?	0.5	—	—	—	—	—

La tabla que á continuación sigue, extraída de la anterior, contiene el número de líneas de cada intensidad, el total de ellas y su intensidad media. No entran en esta tabla ni las del Hidrógeno ni las del Helio. En el título *Desconocidas* se hallan aquellas líneas que identificadas con las del espectro normal, no tienen elemento correspondiente en las tablas de Rowland.-Las *No identificadas* son las que no lo han sido en dichas tablas.

	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total.	Intensidad media.
Fe	8	12	9	3	3		1	2			1	39	2.18
Ti	5	5	1	1	1			1				14	1.68
Cr	2		1	2	1	1						7	2.57
Mn	1	2	1						1			5	2.50
V	2											2	0.50
Zr		1										1	1.00
Ni		1						1				2	4.00
Ca							1	1	1			3	7.00
Sc		1										1	1.00
Co	1											1	0.50
Y	1											1	0.50
La		1			1							2	2.50
Sr		1										1	1.00
Ba	1											1	0,50
Zn	1	1										2	0.75
Ce	1											1	0.50
Desconocidas		2		1								3	1.67
No ident.	9	4	4			1						18	1.19
TOTAL. . .	32	31	16	7	6	2	2	5	2		1	104	

EPÍLOGO.

Algunas consideraciones de carácter teórico sobre los problemas solares que se trata de resolver mediante la observación de los eclipses, completarían nuestro insignificante trabajo. Son sin embargo tan delicados estos problemas y su estudio requiere tanto caudal de datos, que sería aventurado adelantar deducciones sin más fundamento que el de las observaciones por nosotros practicadas en Carrión. Además, hasta el presente, aunque ha llegado á nuestras manos buen número de memorias y folletos sobre este eclipse de 1905, ninguno entra á discutir con extensión las observaciones, sobre todo espectroscópicas, desde el punto de vista teorético y sólo aparecen en ellos los resultados inmediatos. No obstante, y para satisfacer á los aficionados á este género de estudios, á quienes especialmente dedicamos estos postreros renglones, (en los cuales nada nuevo hallarán los profesionales), nos hemos decidido á dar en brevísimo compendio algunas notas teóricas de las capas inferiores de la cromosfera, y alguna idea sobre la constitución de la corona, ya que estos dos puntos han sido los principales de nuestras observaciones. Con ellas confirmaremos las opiniones, á nuestro juicio más sólidas y fundadas, que hasta el presente hemos podido examinar.

ESTRATO INVERSOR.—El espectrograma estudiado en el último capítulo, parece confirmar la teoría más generalmente adoptada de que el espectro «relámpago» es el de emisión de los gases que forman el estrato inversor, ó sea que en las capas inferiores cromosféricas que inmediatamente se asientan sobre la fotosfera, y cuyo espectro sólo puede obtenerse en los fugaces instantes del principio y fin de la totalidad, es donde se verifica la absorción de las radiaciones del espectro normal del sol.

Dos salvedades importantes conviene hacer al tratar de examinar esta deducción según nuestros resultados. 1) Para indentificar con suficiente exactitud las rayas brillantes del «relámpago» con las de Fraünhofer, era preciso, además de un foco exacto y otras buenas condiciones fotográficas, tal dispersión, pureza y poder de separación en el aparato espectrográfico empleado, que las medidas se pudiesen llevar con seguridad dentro de 0.05 del Ångström (1). Mr. Evershed obtuvo en el eclipse de 1900 valores que concordaban con los de las tablas de Rowland dentro de 0.04, y afirma que mientras más correctos y aproximados sean estos valores de las longitudes de onda del espectro «relámpago», más cerca se hallan de los correspondientes á las rayas oscuras (2). Por las razones pues expuestas en el último capítulo, no nos prometemos mucha seguridad en nuestros resultados.

2). No parece á primera vista que baste la concordancia entre las longitudes de onda de uno y otro espectro, si no la hay entre las relativas intensidades de las líneas. Veremos sin embargo en la breve discusión que entablaremos á qué nos atenemos en este punto de las intensidades, afirmando desde luego que las intensidades medias de nuestra última tabla (pág. 102) son las que se desprenden de medidas hechas en las condiciones de que ya hablamos en su lugar, y que no les queremos atribuir más fe de la que merecen. Hechas estas aclaraciones, examinaremos estos dos puntos: identificación de líneas, relación de intensidades.

---

(1) 1×10^{-10} de metro.

(2) Solar Eclipse of 1900, May 28.—General Discussion of Spectroscopic Results (Memoirs of the R. A. S. Appendix V to Vol. LIV).

Sir Norman Lockyer en los eclipses de 1893 y 1896, al encontrar en sus espectrogramas de la cromosfera las líneas reforzadas «enhanced lines», y el escaso número de rayas identificadas con las tabulares de Rowland, concluye, por las razones que allí expone, que la cromosfera no es donde se produce la absorción; que es región de elevada temperatura, semejante á las estrellas que, como α Cygni, contienen en su espectro las rayas metálicas *reforzadas;* que en ella se simplifica el espectro comparado con el de la región más fría en la cual se produce la absorción; que el espectro de la cromosfera por lo general es al del sol, como el de α Cygni es al de Arturo (1). Efectivamente, en 1893 sólo obtiene el 3 *por ciento,* y en 1896 el 8 *pcr ciento* de las fraünhoferianas, al identificar las rayas cromosféricas. Después en 1898, se confirma en su manera de pensar (2), y en el eclipse de 1900, observado por él en España, no parece cambiar de opinión, pues sólo se limita á decir que el espectro de la cromosfera fotografiado en sus cámaras prismáticas guarda gran semejanza con el de la India en 1898, y que por lo tanto no es necesario discutir las longitudes de onda, la intensidad y origen de los arcos cromosféricos (3).

No comparemos el número de líneas identificadas en nuestro espectro de tan escasa dispersión con el de las tabulares de Rowland cuyos valores han sido obtenidos con poderoso retículo de difracción. Sigamos otro camino que parece conducir á más precisos resultados. Si de las líneas en él registradas descartamos las del *hidrógeno* y las del *helio,* y relacionamos las *identificadas* en el espectro normal con las *no identificadas,* hallaremos los siguientes resultados que, por lo próximos á los que se desprenden de las tablas de Evershed, (4) Mitchell (5) é Hirayama (6), junto con ellos los ponemos:

(1) Recent and Coming Eclipses (Second Edition), pág. 111.

(2) Ibid, pág. 200.

(3) Total Eclipse of the Sun, May 28, 1900. Account of the observations made by the Solar Physics Observatory Eclipse Expedition..... (Memoirs of the R. A. S. Appendix III to Vol. LIV).

(4) Loc. cit.

(5) Total Solar Eclipses 1900-1901 (Publications of the U. S. Naval Observatory. Second Series. Vol. IV Appendix I.

(6) Report on the Total Eclipse of the Sun observed at Padang, Sumatra, on May 18, 1901. (Annales de l' Observatoire Astronomique de Tōkyō).

	Total.	Región.	No Ident.	% Ident.
Evershed.	228	Hβ-Hδ (1)	61	**73.3**
Mitchell	374	Hβ-Hε	91	**75.7**
Hirayama.	227	λ 4713-λ 3728	37	**83.7**
Observatorio de Cartuja. . (Eclipse de 1905).	85	Hβ-Hδ	18	**78.8**

Estos resultados numéricos de identificación entre las rayas brillantes del «relámpago» y las oscuras de Fraünhofer hablan mucho en favor de nuestra proposición, y por ser tan semejantes, especialmente á los de Mitchell *en este punto,* hacemos nuestras sus palabras, añadiendo que materialmente difieren de los de Lockyer (2).

Viene ahora la segunda cuestión de las intensidades, punto capital al par que dificultoso, que tanto ha dado que estudiar, y que á nuestro juicio tratan magistralmente Evershed á propósito del eclipse de 1900, y Mitchell del de 1901. Desde luego las rayas más prominentes de Fraünhofer también se hallan con proporcional intensidad en nuestro espectro de rayas brillantes obtenido en Carrión de los Condes. Si comparásemos ahora las intensidades medias que da nuestra segunda tabla (pág. 102) con las de Rowland, reduciéndolas, claro está, á su escala, encontraríamos notables divergencias: el «relámpago» nos daría líneas mucho más intensas que las de Fraünhofer y vice-versa. Estas divergencias que todos los observadores han hallado en sus espectrogramas del «relámpago» quedan suficientemente explicadas con las luminosas aclaraciones que Evershed y Mitchell principalmente indican en sus concienzudos estudios de los últimos eclipses. Dice Evershed al recapitular sus conclusiones de 1898, que la intensidad aparente de la radiación de un elemento en las capas inferiores cromosféricas queda determinada por la mayor ó menor difusión que tal elemento tiene sobre la fotosfera, y que las intensidades *reales y relativas* no pueden apreciarse en las fotografías del «relám-

(1) Para nuestra tesis basta tomar esta región, igual á la nuestra, de las completísimas tablas del «relámpago» publicadas por Mr. Evershed (loc. cit.).

(2) Total Solar Eclipses 1900-1901..... etc.

pago» (1). Y así es: por lo tanto, las notables variaciones observadas en las relativas intensidades aparentes al pasar del espectro normal al «relámpago», son sin duda debidas á las distintas alturas á que suben en la cromosfera los distintos vapores metálicos. Ahora bien, fácilmente se comprende que la altura sobre el nivel fotosférico de cada vapor metálico es muy natural esté en función del *peso atómico* de dicho metal; de aquí que de una manera general y sólo aproximada podamos afirmar que los metales representados en el «relámpago» con menor intensidad, deberían ser los de mayor peso atómico, y vice-versa. Examinemos esta cuestión tomando las intensidades medias de nuestra tabla (pág. 102) comparándolas ordenadamente con los pesos atómicos:

	Peso atómico.	Intensidad media.
Ca	40	7.00
Ni	59	4.00
Cr	52	2.57
Mn	55	2.50
La	139	2.50
Fe	56	2.18
Ti	48	1.68
Sr	88	1.00
Sc	44	1.00
Zr	91	1.00
Ce	141	1.00
Zn	65	0.75
Ba	137	0.50
V	51	0.50
Co	59	0.50
Y	89	0.50

Desde luego advertimos que el Calcio, el de menor peso atómico, tiene la mayor intensidad y que por consiguiente se extiende á grandes alturas de la cromosfera, observación que todos confirman, principalmente Huggins (2). Vemos además

(1) Solar Eclipse of 1900... etc.

(2) An Atlas of Representative Stellar Spectra, Chap: VI.

que el Bario, el Ytrio, el Zirconio, el Zinc y el Estroncio, de mayor peso atómico, más bien guardan la ley de menor intensidad. El Lantano se aparta completamente por exceso, y el Titano por defecto. En una palabra: alguna relación, aunque bastante escasa, se advierte entre la intensidad media, aparente y relativa, con el peso atómico; pero no la que era de esperarse. Las siguientes reflexiones nos darán luz al encontrarnos con estos y otros resultados algún tanto contradictorios. Supongamos primeramente con Mitchell dos gases en la cromosfera: uno con *intrínseca* luminosidad igual á 1 y esparcido por una capa de 100 km., otro con luminosidad *intrínseca* 100 veces mayor y con sólo 1 km. de espesor. ¿Qué sucederá? Que la línea fotográfica del primero en el espectro «relámpago» será tan intensa como la del segundo. Eso á estar la Luna fija durante el período del «relámpago»; que cubriendo sucesiva y gradualmente, pero con extraordinaria rapidez, los estratos inferiores, resultará el fenómeno más complejo, el cual en gran parte dependerá de la fracción de tiempo en que se hace la exposición y de su duración rigurosa. De donde se sigue que hallaremos intensidades fotográficas que apenas siguen ley alguna si no es en elementos que como el Calcio suben á elevadas regiones (1). A esta causa principalmente atribuímos nosotros la divergencia en el orden de nuestras intensidades medias y las que dan otros observadores del «relámpago». En otras tablas en efecto, suelen descollar el Estroncio y el Bario; en las nuestras figuran estos metales entre los de menor intensidad. El Magnesio no figura para nada. Sin embargo hay que tener presente que Lockyer observó en 1900 que las relativas intensidades no son las mismas en los diferentes períodos del eclipse. Y que mientras en una de sus fotografías la línea del Helio 4026.34 es mucho menos intensa que la adyacente 4077.89 del Estroncio, en otras ambas son de la misma inten-

---

(1) Creemos que estas reflexiones tienen lugar no sólo en las fotografías obtenidas con cámara prismática, sino también en las que, como las nuestras, se obtuvieron con espectrógrafo de rendija; con tal que haya estado ésta suficientemente abierta, (siendo la imagen focal pequeña), de modo que prácticamente y para el espectro «relámpago» tal disposición equivaliese á la de la cámara prismática.

sidad sensiblemente. Esto mismo nota con otra línea del Asterio y la adyacente del Bario y con arcos del Asterio y del Helio (1). Todo lo cual prueba lo que llevamos dicho y explica bastante bien algunas intensidades paradójicas. Extrañamos mucho á pesar de ésto no encontrar en nuestras tablas la raya del Estroncio λ 4215.7 que en los espectrogramas obtenidos con cámaras prismáticas suele representar gran altura en la cromosfera. Otras caen fuera de la región fotografiada en Carrión de los Condes.

Para terminar esta cuestión de capital interés, réstanos hablar especialmente de las debatidas líneas *reforzadas*, es decir, de las que al pasar del espectro del arco al de la chispa de determinado elemento, aparecen más brillantes. Estas líneas *reforzadas* son las que con tanto empeño ha estudiado Sir Norman Lockyer, y de las cuales deduce en gran parte, como llevamos dicho, su teoría de la absorción, diferente de la que seguimos. Esta clase de rayas que abundan en el «relámpago» y no faltan en la región por nosotros fotografiada, necesitaría un estudio más preciso y detenido del que podemos hacer. Bastará aquí exponer en breves palabras la acertada y elegante solución que propone Evershed (2) á tan urgente dificultad, dificultad y solución que ya apuntamos en el Capítulo I de la Parte Primera de esta Memoria. Puede en efecto explicarse sencillamente el importante fenómeno de estas líneas *reforzadas* en el espectro «relámpago», sin abandonar la idea de que la región cromosférica que lo produce, se identifica realmente con el *estrato inversor,* y que en la gran mayoría de los casos las líneas del «relámpago» son verdaderas inversiones de las oscuras ordinarias. Según el P. Secchi, en la *base* de la cromosfera tiene el hidrógeno la forma de filamentos pequeños que parecen corresponder á las granulaciones fotosféricas; esta estructura cromosférica hace muy creíble que tal región sea verdaderamente un conjunto de erupciones menos poderosas, pero en nada distintas de las imponentes protuberancias eruptivas de gases luminosos que tan grandes alturas alcanzan

(1) Total Eclipse of the Sun, May 28, 1900, etc.

(2) Loc. cit.

sobre el limbo solar, y que pueden observarse ordinariamente con el espectroscopio; ó sea, que el fenómeno es el mismo aunque en distinta escala. Los gases que componen estas erupciones á elevadísima temperatura partiendo del nivel fotosférico pierden parte de su calor al subir por expansión y por radiación, precipitando en forma de brillantes nubes que forman la granulación fotosférica y los filamentos y puentes de las manchas del sol, las sustancias más refractarias que arrastraban. Ahora bien, las corrientes gaseosas, depuradas de todo material que pueda condensarse, continúan subiendo hasta llegar difundidas á las regiones cromosféricas. El descenso de temperatura que produce esta difusión gaseosa origina con estos mismos gases una atmósfera absorbente más fría, en las capas inferiores, á través de la cual se han de abrir camino nuevas explosiones ascendentes. Tenemos ya las condiciones necesarias para que los espectros del arco y de la chispa tengan lugar á la misma altura de la fotosfera, puesto caso que la atmósfera descendente tendrá los caracteres del arco, respecto de las corrientes gaseosas que de nuevo son lanzadas á enorme temperatura, las cuales á su vez causarán el espectro de la chispa. En los instantes pues de un eclipse total, el espectro más intenso de los vapores ascendentes quedará en parte neutralizado por la absorción de los descendentes, á través de los cuales deben pasar los segundos; mas no sufrirán sin embargo la misma absorción los rayos característicos de las mayores temperaturas. He ahí en estas radiaciones más brillantes las líneas *reforzadas* que forman parte de un espectro que por lo general será el de emisión de los gases descendentes, á saber el invertido de Fraünhofer.

Y ¿en las condiciones ordinarias y fuera de la totalidad de un eclipse? En las condiciones ordinarias los gases relativamente fríos determinan el espectro de absorción del disco, y el único efecto de las hirvientes erupciones, si no llegan á percibirse en el espectroscopio individualmente, por ser las de menor escala, será el de producir una débil línea de emisión de la misma intensidad próximamente que el fondo del espectro continuo, que tiende á disminuir la anchura de las rayas oscuras, especialmente en las radiaciones *reforzadas*.

He aquí pues que con sólo admitir esta teoría racional de la circulación ó corrientes de convección con innumerables explosiones radiales á elevada temperatura, y con lentos descensos de los gases relativamente fríos, también en dirección radial, quedan explicadas las anómalas intensidades de nuestro espectro, sin renunciar á la teoría de que el «relámpago» es realmente como el positivo y el de Fraünhofer el negativo, y que las regiones inferiores y aun toda la cromosfera, contribuyen á producir las líneas de absorción del espectro solar. Si todavía buscamos una confirmación en las observaciones diarias de la cromosfera hechas por un hábil observador, ahí están las del P. Fényi cuya teoría sobre las protuberancias que rápidamente se difunden en el vacío, según él, precipitando lentamente sus fríos materiales en virtud de la gravedad, está muy en consonancia con ésta de Mr. Evershed que hemos expuesto.

De todo lo dicho juzgarán nuestros lectores lo delicado y complejo de la cuestión y la verdad de las siguientes palabras de Agnes Clerke: «El *hecho* de la existencia de una verdadera capa inversora, puede quedar ahora establecido por completo; aunque el *modo* de su existencia, desde distintos puntos de vista permanezca aún dudoso (1)».

Ancho campo pues queda abierto al estudio espectrográfico en este asunto; pues aunque sea ya posible registrar por medio del espectro-heliógrafo en tiempo ordinario los distintos niveles de absorción del estrato inversor, todavía, según lo expuesto, no debiera dejar de figurar en el programa de las principales observaciones de un eclipse, la del vistoso y fugaz fenómeno descubierto por Young en el eclipse total del 22 de Diciembre de 1870 (2).

Corona. A muy variadas hipótesis ha dado origen la corona del sol: no es este lugar de entablar una discusión de ellas. Dejando pues aparte la magnética de Bigelow (3), la

(1) Problems in Astrophysics.—Part I, Chap. IV, The Reversing Layer.

(2) El eclipse total y anular de 1912, que también ha de visitar la Península Ibérica, parece muy á propósito para la observación de las capas cromosféricas inferiores, ya que por la escasa duración de su totalidad, deben éstas permanecer visibles en gran parte.

(3) Eclipse Meteorology and allied Problems.

eléctrica de Deslandres (1), la meteórica de Schuster y Lockyer (2), la de la presión eléctrico-luminosa de Arrhenius (3) y aún la mecánico-eruptiva de Schaeberle (4), que es la que más nos place y más concuerda con nuestros resultados fotográficos, citaremos con sus propias palabras no ya la del P. Fényi, que propiamente el P. Fényi no tiene teoría completa sobre la corona, sino lo que al tratar de explicar los fenómenos solares, muy especialmente las protuberancias, deduce acerca de la constitución coronal (5). Esta hipótesis se conforma con lo dicho en el Cap. II de la Parte Segunda, ó por lo menos no se opone á ello. Tiene además esta nota teórica la particularidad de ser de un ilustre miembro de la comisión de este Observatorio en el eclipse de 1905.

Antes de transcribir las breves reflexiones del P. Fényi acerca de la corona, conviene advertir que su teoría sobre las protuberancias, fundada en observaciones de muchos años, le obliga á admitir que un poco más allá de la cromosfera se encuentra ya el vacío. Dice así: «Al hablar de la atmósfera de un cuerpo celeste entendemos esa envoltura gaseosa que le rodea, y pretendemos que su altura (en el sol) no puede pasar mucho sobre la cromosfera... Sobre esta atmósfera no hay más que hidrógeno disperso que en forma de polvo presenta un espectro continuo. Una vez que el sol le haya vuelto á calentar podrá y deberá producir las rayas del hidrógeno, pero no constituirá una atmósfera porque á pesar de su forma gaseosa, estas masas, en lugar de reposar sobre el sol, gravitan sobre él en el vacío del espacio celeste, como si fueran cuerpos cósmicos. Justamente podemos llamarlos meteoros gaseosos que rodean al sol como una atmósfera, con formas y posiciones las más variadas. He ahí la corona del sol.

---

(1) Observations de l' éclipse totale du Soleil du 16 Avril 1893.

(2) Philòsophical Transactions, 1890.
Meteoric Hipothesis, 1890.

(3) Lehrbuch der Kosmischen Physik, (Erster Teil).

(4) Contributions from the Lick Observatory, n.° 4, Eclipse of Sun, April, 1893.

(5) Astronomische Nachrichten, 3355—Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani, Vol. XXV.

«Violentas erupciones cuyos productos se distinguen por notable manera de las protuberancias de todos los días, deben engendrar naturalmente corrientes que suban más allá de los límites de la corona interior. Esas corrientes necesariamente forman los grandes rayos del halo que sobre todo se observan en época de gran actividad solar y que aparecen entonces con las más caprichosas formas.

«Ni ofrece dificultad su enorme longitud, puesto que se encuentran á veces protuberancias eruptivas con velocidades mayores que el potencial del sol. En efecto la protuberancia..... que fué observada el 30 de Septiembre (1895), á la altura de 11' aún conservaba la velocidad de 448 Km., mientras que el potencial á esta misma altura no era más de 409 Km. Debió dar origen á un rayo que extendiéndose por el espacio celeste en línea recta no tenía aparentemente fin; y en realidad de verdad semejante fenómeno ya se ha observado alguna vez.

«¿Queremos confirmar nuestra argumentación? No tenemos más que citar los resultados que el astrónomo norte-americano Schaeberle ha obtenido al examinar con sumo cuidado la forma exterior de la corona. Halló que todos los rayos que se observan en las fotografías obtenidas en Chile durante el eclipse total de sol del 16 de Abril de 1893, coinciden con trazos elípticos, en uno de cuyos focos se encuentra el sol; de donde concluye que los rayos de la corona no son otra cosa que corrientes de materia lanzada desde el sol. Hace notar también expresamente que no se ve que el medio ambiente ofrezca alguna resistencia á estas corrientes; lo cual es un punto de apoyo más á esta nuestra hipótesis: que los fenómenos de la pretendida atmósfera solar, se producen en el espacio vacío».

A estas pocas consideraciones teóricas pudieran objetarse algunas dificultades nacidas tal vez más que de la misma hipótesis, de la brevedad con que se halla enunciada. Hasta ahora son sin embargo tan poco seguros muchos de los resultados de las observaciones de la corona, desde los distintos puntos de vista visual, fotográfico, espectroscópico y polariscópico, relacionados con el estudio de los demás elementos solares, que es imposible formular una teoría completa que pueda pasar definitivamente al caudal de las verdades conquis-

tadas por la ciencia. Quizás no esté lejos el día en que el genio de alguno de tantos astrónomos como ahora se dedican al estudio del sol, nos ponga en estado de poder estudiar en tiempo ordinario la corona, como se estudian y registran diariamente los otros fenómenos variables del centro de nuestro sistema planetario.

Hemos llegado al término de este ligero estudio sobre el eclipse de 1905; pero no habremos conseguido el fin que pretendíamos, si las pocas ideas hasta aquí expuestas sobre la constitución del astro del día no llegan á despertar afición á la Astrofísica solar, íntimamente ligada con los fenómenos terrestres que tanto nos interesan, y á la Astronomía en general, ciencia nobilísima y tan digna del hombre entre las ciencias físico-naturales por la fuerza con que remontándonos hacia el conocimiento del Sapientísimo Legislador de esos innumerables sistemas solares, maravillosos por el misterioso conjunto de sus fuerzas y radiaciones en gran parte desconocidas, nos está pregonando las glorias de nuestro Dios.

J. MIER Y TERÁN, S. J.

A. M. D. G.